MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
ESCOLA DE SARGENTOS DAS ARMAS
(ESCOLA SARGENTO MAX WOLF FILHO)

CURSO DE FORMAÇÃO E GRADUAÇÃO DE SARGENTOS

SEGUNDO ANO DO CFGS

COLETÂNEA DE MANUAIS DE TÉCNICAS MILITARES DE ENGENHARIA III

2022

ÍNDICE DE ASSUNTOS

Pag

CAPÍTULO I - RECONHECIMENTO DE ENGENHARIA..... CONFORME EB70-MT-11.420 - Reconhecimento de Engenharia - 2021

CAPÍTULO II - MATERIAIS DE ENGENHARIA
1.1. Materiais de Engenharia existentes no EB. 4
1.2. Motores. 14
1.3. Chassis. 30
1.4. Técnicas de oficina 105
1.5. Motosserra 110
1.6. Grupos eletrogêneos. 115
1.7. Compressor de Ar e Ferramentas Pneumáticas. 118
1.8. Equipamentos pesados de Engenharia 128
1.9. Segurança na operação e manutenção de equipamentos de Engenharia 140
1.10. Manutenção Preventiva 142

CAPÍTULO III - SUPRIMENTO D'ÁGUA
4.1. Abastecimento de água em campanha 153
4.2. Purificação da água 168
4.3. Moto-bomba 179
4.4. Equipamento de análise de água para uso em campanha 182
4.5. Equipamento de purificação de água 194
4.6. Instalação e operação de um P Sup Água ..... (INSTRUÇÃO PRÁTICA)

CAPÍTULO IV - CONSTRUÇÃO

5.1. Planejamento 210
5.2. Meio Ambiente 214
5.3. Destacamento e canteiro de trabalho 223
5.4. Materiais de construção 225
5.5. Segurança do trabalho 237
5.6. Apropriação 241
5.7. Pedreira e britador 243
5.8. Usina de asfalto 247
5.9. Trabalhos de construção ..... (INSTRUÇÃO PRÁTICA)

CAPÍTULO V - ESTRADAS
6.1. Estradas de campanha 279
6.2 Topografia 283
6.3 Compactação de solos... 290
6.4 Terraplenagem... 296
6.5. Superestrutura rodoviária 315
6.6. Revestimento betuminoso 324
6.7. Pavimento rígido 336
6.8. Drenagem. 338

CAPÍTULO VI - INSTALAÇÕES NA ZONA DE COMBATE

7.1. Introdução de instalações na Zona de Combate 342
7.2. Instalações hidráulicas. 345
7.3. Instalações elétricas. 348
7.4. Obras especiais. 351

CAPÍTULO II - MATERIAIS DE ENGENHARIA

ASSUNTO 2.1
MATERIAIS EXISTENTES NO EB

1. MATERIAIS DE ENGENHARIA EXISTENTES NAS OM DE ENGENHARIA

a. Generalidades:

No início dos tempos o homem utilizava-se apenas da força de seus músculos para sobreviver. Com o decorrer dos séculos ele foi aprendendo a manusear ferramentas, explorar a força animal, poupando-lhe esforços e lhe permitindo executar tarefas acima de suas próprias condições.

Com o advento da máquina e sua evolução, houve uma diversificação do trabalho humano. Nas nações desenvolvidas a maior parte dos serviços é executado por máquinas, aumentando tremendamente a capacidade de realização do homem abrindo novos horizontes de progresso e bem estar para a humanidade.

b. Importância do assunto:

Iniciaremos hoje o estudo dos Materiais de Engenharia. Tomaremos contato esses materiais, avaliando suas possibilidades de empregos. Por este motivo, devemos conhecer suas características, limitações e principalmente saber como empregá-los com segurança, pois necessitam de pessoal especializado para sua correta operação e manutenção.

O 3º Sgt de Eng empregará os Eqp leves e pesados de engenharia em diversas missões. São os meios pelo qual nossa arma cumpre suas missões em apoio às frações elementares das Armas, Quadros e Sv, em melhoramento e construção de estradas, construção de abrigos e fortificações de campanha e em transporte, carga e descarga de materiais e Eqp diversos.

Neste assunto veremos a importância de conhecermos o material empregado por uma OM de Engenharia, pois é através deste conhecimento que faremos nossos relatórios de Rec Eng, poderemos decidir com propriedade se é possível fazer algum trabalho de OT, etc...

c. Classificação dos materiais de engenharia quanto à família

Os materiais de emprego militar de engenharia são considerados materiais de classe VI (MEM Cl VI), sendo a Diretoria de Material de Engenharia (DME) o órgão técnico-normativo encarregado da logística de todo MEM Cl VI do Exército Brasileiro.

A Diretoria realiza esse gerenciamento por intermédio do planejamento, do suprimento, da manutenção e do controledo ciclo de vida de 14 (quatorze) Famílias de Material de Emprego Militar da Classe VI – Material de Engenharia, as quais englobam diversificadas e complexas quantidades de itens em uso no Exército Brasileiro.

As famílias dos Material de Emprego Militar da Classe VI – Material de Engenharia:

Família 30 - Topografia;
Família 31 - Detecção de metais e de minas;
Família 32 - Disfarce;
Família 33 - Equipamentos leves;
Família 34 - Geradores e equipamentos de iluminação;
Família 35 - Suprimento d'água;
Família 36 - Equipamentos de construção;
Família 38 - Transposição de brechas e cursos d'água;
Família 40 - Embarcações e motores de popa;
Família 41 - Destruição;
Família 42 - Ferrovias;
Família 46 – Manutenção classe VI;
Família 47 - Diversos; e
Família (a ser numerada) - Material de Mergulho.

1) **Família 30 – Topografia**: Bússolas e equipamentos de levantamento topográfico.

2) **Família 31 - Detecção de metais e de minas:** Detectores de metais utilizados pelo exército brasileiro.

3) **Família 32 – Disfarce:** Redes de camuflagem em geral.

4) **Família 33 - Equipamentos leves:** São equipamentos que tem como objetivo auxiliar o militar no cumprimento de missões de pequeno e médio vulto, sendo muito utilizado por um GE de um pelotão de combate, são equipamentos como motosserras, jatos de areia, equipamentos de iluminação elétrica e equipamentos de soldagem.

Motosserra

Equipamento de solda elétrica

Jato de areia

Gerador de energia

5) Família 34 - Geradores e equipamentos de iluminação: Entram nessa família, geradores mais potentes, torres de iluminação e equipamentos de iluminação de campanha.

Gerador de energia

Torre de iluminação

Inverssor de energia

6) Família 35 - Suprimento d'água: Todo material de tratamento, análise e purificação de água, bem como produtos químicos destinados para este fim.

Material de análise

7-VR e tanque tático

7) Família 36 - Equipamentos de construção: É a família dos chamados equipamentos pesados de engenharia, são equipamentos utilizados em missões de grande vulto, principalmente nas atividades de terraplanagem e construção de rodovias.

Pavimentadora de asfalto

Rolos compactadores

Escavadeira hidráulica

Motoniveladora

8) Família 38 - Transposição de brechas e cursos d'água: Todas as pontes, portadas e passadeiras utilizadas pela Engenharia.

Portada

Passaadeira

Ponte Bailey

9) Família 40 - Embarcações e motores de popa: Embabarcações de médio e grande porte utilizados pela engenharia, bem como botes pneumáticos e motores de popa.

10) Família 41 - Destruição: Materiais utilizados para preparação e detonação de cargas explosivas. Obs: (Não entra nessa família os explosivos utilizados pela engenharia para realizar destruições, pois estes são classificados como material classe V).

Explosor

Caixa Explosivista

Fio condutor

11) Família 42 - Ferrovias: Materiais de construção de ferrovias.

12) Família 46 - Manutenção classe VI: Essa família tem como característica principal englobar ferramentas de manutenção de 3º e 4º escalão dos equipamentos de engenharia, conjuntos de teste para o grupo geradores e equipamentos para reparação de botes

13) Família 47 – Diversos: Alguns exemplos dessa família são equipamentos para medição de trafegabilidade, reforçadores de solo, cadernais, talhas e conjunto de sapador.

14) Família a ser numerada - Material de Mergulho: Todo material de mergulho se enquadra nessa família.

d. **<u>Classificação dos equipamentos de engenharia quanto ao seu emprego</u>**

Podemos grupar os equipamentos de Engenharia em:

1) De terraplanagem
2) Equipamentos de Carga e Descarga
3) Equipamentos de Ar Comprimido
4) Equipamentos Leves Diversos

1) <u>Equipamentos de Terraplanagem</u>

São equipamentos que visam mover ou processar grandes partes da superfície do solo. A finalidade de terraplanagem é aplanar um determinado terreno para vários tipos de construções, como canais, estradas, barragens, preparação do terreno para edifícios ou fábricas.

Após verificarmos os diversos equipamentos das Unidades de Engenharia, veremos a classificação dos equipamentos pesados de Engenharia, conforme Norma Técnica - ABNT, 1968 – P-TB-51:

a) **Unidade de Tração** : é a máquina básica da terraplanagem, pois todos os equipamentos à nossa disposição são usados como tratores e são devidamente modificados ou adaptados para realizar as operações básicas de terraplanagem.

Chama-se trator a uma unidade autônoma que executa a tração ou empurra outras máquinas e pode receber diversos imp lementos destinados a diferentes tarefas.

Quanto ao sistema de tração, essa unidade básica po derá ser sobre rodas ou esteiras, recebendo as denominações genéricas de trator de esteira ou trator de rodas.

Trator sobre rodas	**Trator sobre esteiras sem lâmina**

b) **Unidade de Escavo-empurradora**: os tratores de esteiras ou rodas podem receber a adaptação de um implemento que o transforma numa unidade capaz de escavar a terra, chamando-se, por isso unidade escavo-empurradora.

Esse implemento é denominado lâmina e o equipamento passa a denominar-se trator de lâmina ou dozes. Capacidade da lâmina: 2 a 3m^3.

Trator de esteiras com lâmina

c) **Unidade de Escavo-Transportadoras**: são as que escavam, carregam, transportam e descarregam materiais de consistência média a distância de 50 a750 m.

(1) São representadas por 4 tipos básicos:

-Convencional
-Acionadas em tandem (2 motores)
-Elevadores (autocarregáveis)
-Push-pull (empurrado por um trator de esteira)
-Escreiper automotriz ou motoescreiprs:

Motoscraiper

d) **Unidade de Escavo-carregadoras**: são as máquinas que escavam e carregam o material sobre outro equipamento, que o transporta até o local da descarga. Nesse caso, o ciclo de terraplanagem é executado por duas máquinas distintas.

As unidades são representadas pelas escavadeiras e carregadeiras que embora de construção diversa, executam as mesmas operações de escavação e carga.

As carregadeiras podem normalmente ser montadas sobre rodas ou esteiras.

Carregadeira sobre rodas	**Carregadeira sobre esteira**

As escavadeiras podem ser montadas sobre rodas, esteiras ou trilhos.

Escavadeira sobre rodas	**Escavadeira sobre esteiras**

Retroescavadeira	**Minicarregadeira**

e) **Unidades Aplainadoras**: estas são representadas pelas motoniveladoras que são equipamentos sobre pneus, d otados de lâminas e escarificadores (implementos mais comuns), sendo-lhes destinados os mais diversos empregos em serviços leves. Dos inúmeros trabalhos de terraplanagem em que empregada podemos citar os seguintes:

- Aberturas de caminhos e estradas em terreno favorável.
- Roçadas em terreno plano.
- Aberturas de valetas.
- Taludamento de cortes.
- Regularização da plataforma.
- Abaulamento da pista.
- Espalhamento e mistura do material de revestimento.
- Conserva de estradas não pavimentadas.
- Escarificação.

Motoniveladora

f) **Unidades de Transporte**: são utilizados na terraplanagem quando as distâncias de transporte são maiores que 900 m. Obs: (as unidades de transporte não são consideradas como equipamentos de engenharia, pois são viaturas, condiderados materiais CL IX).

Assim, para as grandes distâncias, deveremos optar essas unidades de transporte, que são mais rápidas, de baixo custo ou relativamente baixo, que tenham maior produção, ainda que com emprego de núm ero elevado de unidade. São unidades de transporte:

- Caminhão basculante comum.
- Vagões.
- Caminhões fora de estrada.

Caminhão Basculante

Caminhão Fora-de-estrada

g) **Unidades Compactadoras:** destinam-se a efetuar a operação denominada compactação, isto é, o processo mecânico de adensamento dos solos, resultando num índice de vazios menor. Há os seguintes tipos de equipamentos para compactação:

- Rolo compactador corrugado;
- Rolo compactador liso;
- Rolo compactador de pneus; e
- Rolo compactador tandem.

Rolo compactadorcorrugado	**Rolo tandem**
Rolo compactador liso	**Rolo de pneus**

2) **Equipamentos de Carga e Descarga**

São utilizados para içar e descarregar materiais pesados. Também são necessários para montar algumas equipagens de pontes como Bailey, Compact200, Bailey, Logistic Support Bridge, etc.

- Guindauto Munck
- Guindaste Bucyrus
- Gruas

Guindauto

Guindaste

Grua

Operador de guindauto

OBS: A diferença entre o guindaste e guindauto é que o guindaste é um equipamento de grande porte, que possui em sua estrutura, um motor independente, destinado apenas para o içamento da carga. Assim, o motor do veículo não é sobrecarregado e empregado nesse trabalho, podendo permanecer desligado. Essa é a principal diferença. Além disso, os guindastes mais modernos possuem computadores de bordo capazes de configurar o guindaste para a realização de serviços diversos, considerando raio, altura, peso, etc. Já o guindauto é um veículo que possui o motor do veículo compartilhado com o sistema de içamento, e para isso, é preciso que esteja em funcionamento, para que ele forneça a energia suficiente aos braços mecânicos para o içamento de cargas.

3) **Equipamento de ar comprimido**

É o equipamento usado para trabalhos onde necessita-se o emprego de ar comprimido, como inflar pneus, montagem do meio flutuador da M4T6, no emprego do martelete pneumático. E para o funcionamento de ferramentas pneumáticas que veremos a seguir. O equipamento de ar comprimido é constituído geralmente de um motor que gira dois pistões os quais empurram o ar para um cilindr o de armazenamento, ou direto para o uso, dependendo do modelo. O principal emprego é com o martelete hidráulico.

Exemplo: Compressor de ar

Compressor de ar e martelete hidráulico

4) **Equipamentos leves e diversos**

São os equipamentos leves, usado em missões especificas, com trabalhos de pequenos vultos, ou se de grandes vultos serão executadas de forma extremamente lenta, na maioria das vezes restrita a utilização e operação de um homem. E como a sua própria nomenclatura diz, é de porte leve se comparado aos de equipamentos pesados de engenharia.

Podemos subdividi-los nos seguintes grupos:

a. **Ferramentas Pneumáticas:**

São Ferramentas que funciona com o movimento do ar comprimido em seu sistema, e de pequeno porte em pequenos trabalhos.

Exemplo:

- martelete rompedor de pavimentação
- martelete para escavação de argila
- martelete para perfuração de solo, etc...

b. **Grupos geradores:**

É o equipamento usado para gerar energia elétrica, pode ser de pequeno, médio e grande porte. Consiste de um gerador do grupo eletrogêneo movido por um motor que variará seu tamanho conforme o modelo do gerador.

Exemplo :

- Gerador elétrico

c. **Motosserra**: equipamento usado para o corte de madeiras, árvores. De pequeno porte, e consiste de uma corrente que move-se através do trabalho de um motor pequeno.

d. **Motor de popa:** equipamento usado em navegação a motor.

e. **Motobomba:** equipamento usado no tratamento de água, serve par a deslocar a água de um local para outro mais alto(ou baixo)

Martelet hidráulico	**Gerador**
Motor de popa	**Motosserra**
Motobomba	**Implementos trator multi-uso**

3) Terminologia empregada.

- CR.....Carregadeira de Rodas
- CE.....Carregadeira de Esteira
- ES. ..... Escavadeira
- CB.....Caminhão Basculante
- CA.....Compressor de ar
- CL..... Comboio Lubrificante
- CM. ..... Cavalo Mecânico

- CO..... Caminhão Oficina
- CTA. ..... Caminhão Tanque de Água
- CDA. .....Caminhão Distribuidor de Asfalto
- GE.....Gerador de Energia
- KC ..... Rolo Compactador Corrugado
- KL ..... Rolo Compactador Liso
- KP. ..... Rolo Compactador de pneus
- MN.....Motoniveladora
- PB. ..... Prancha Baixa
- TA. ..... Trator Agrícola
- TE. ..... Trator de Esteiras
- FZ.....Fresadora
- MC.....Minicarregadeira
- PVA.....Pavimentadora de Asfalto
- UA.....Usina de Asfalto

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- MANUAL TÉCNICO. Manutenção do Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, 2000. *(T5-505)*
- Boletins Tecnicos da DME nº 01 ao 25.

ASSUNTO 2.2
MOTORES

Um motor é um dispositivo que converte outras formas de energia em energia mecânica , de forma a impelir movimento a uma máquina ou veículo. Em contraste, existemos chamados geradores, que transformam energia mecânica em energia elétrica, principalmente.

Desde os primórdios, a humanidade utiliza fontes motoras para obter trabalho. Os primeiros motores utilizavam força humana, tração animal, correntes de água , o vento, e o vapor.

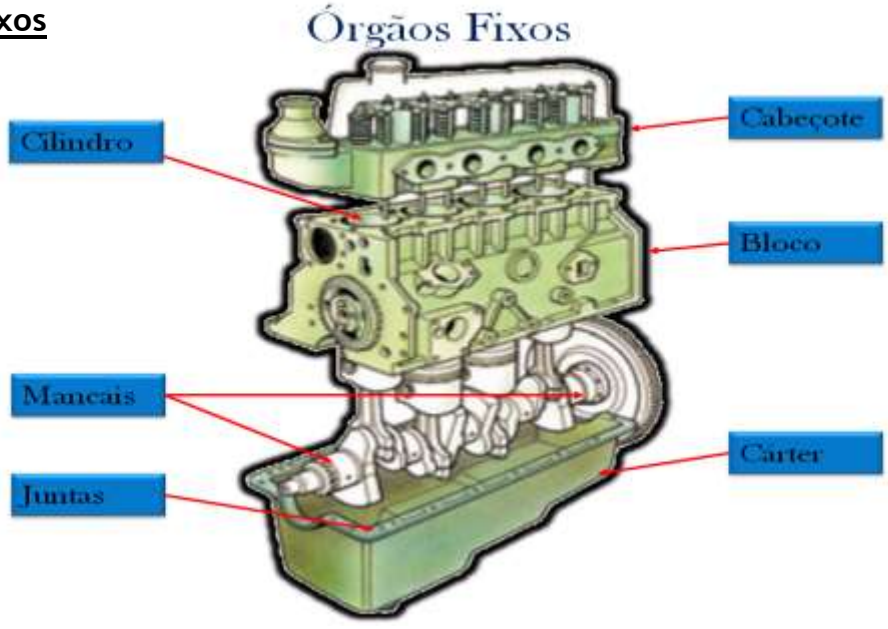
Na Arma de Engenharia, é muito comum empregar diversos equipamentos que empregam motores, como por exemplo: motor de popa, trator de esteira, motobomba, compressor de ar. Mas todo motor precisa de uma manutenção adequada para que sua vida útil se prolongue, para que se tenha o menor índice de indisponibilidade nas subunidades. O equipamento multiplica o poder de combate do militar de Engenharia.

Por isso, é necessário que o 3°Sargento de Engenharia tenha o conhecimento do funcionamento dos motores, podendo assim entender a importância da manutenção correta, conforme manual de manutenção e do uso correto, conforme manual do usuário. O senhor empre gará geradores, motores de popa, compressores de ar, motobombas, etc, e precisará ser o guardião do bom funcionamento desse material. O 3°Sgt só conseguirá fazer isso se ele conhecer o funcionamento dos diversos tipos de motores, e saber tomar as medidas de manutenção preventivas ou para solução de pequenas panes, para que o uso desse material continue duradouro.

1. Componentes Básicos do Motor

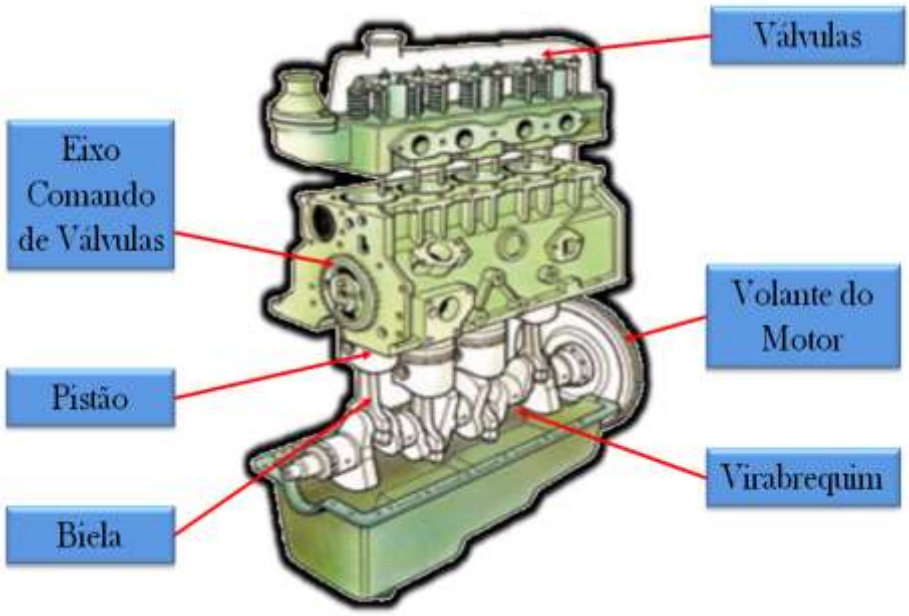
Os componentes básicos de um motor de combustão interna podem ser agrupados da seguinte forma:

Componentes Fixos
- Bloco do Motor;
- Cabeçote;
- Cárter;
- Cilindro; e
- Mancais.



Componentes Móveis

- Êmbolos ou pistões;
- Virabrequim ou Árvore de manivelas;
- Bielas;
- Volante do motor;
- Eixo de comando de válvulas
- Válvulas



Componentes de Vedação

- Juntas
- Anéis
- Retentores

Em motores de combustão interna, o combustível é comprimido por um pistão dentrode um cilindro, juntamente com ar aspirado do ambiente. A mistura formada entre o combustível e o ar é queimada, produzindo pressões elevadas, e então se expande. A expansão da mistura queimada gera o movimento do pistão, que é transmitido para as rodas do veículo. A transmissão do movimento do pistão às rodas do veículo pode ser comparado à transmissão do movimento de um pedal à roda traseira de uma bicicleta, conforme mostra a figura 2.1. Na Fig. 2.1. O movimento das pernas de um ciclista exerce efeito similar ao movimento do pistão de um motor de combustão interna.

2. Classificações de motores

a. Quanto modo de queima do combustível

Os motores de combustão interna são classificados de acordo com o modo de queima do combustível em motores com ignição por centelha e motores com ignição por compressão. Estes últimos também são também conhecidos por motores diesel. Motores movidos a gasolina ou a álcool são exemplos de motores com ignição por centelha. Neste caso, a queima de combustível é iniciada com uma centelha fornecida pela vela de ignição, que é um componente instalado na superfície superior do cilindro, na parte chamada cabeçote do cilindro. Motores diesel normalmente utilizam o óleo diesel ou biodiesel como combustível. Nestes motores a ignição é iniciada pela injeção de combustível no cilindro através de bicos injetores . A combustão em motores diesel se dá de maneira espontânea, estimulada por elevadas pres são e temperatura da mistura ar/combustível no cilindro.

b. Quanto ao tempo

Os motores também podem ser classificados como de quatro tempos ou dois tempos.Durante seu funcionamento, um motor continuamente admite uma quantidade de ar e combustível, comprime e queima a mistura e a deixa expandir antes de expulsá-la do cilindro. Quando este ciclo é feito ao tempo em que o pistão executa quatro movimentos, dois para cima e dois para baixo, o motor é chamado de quatro tempos. Quando o pistão realiza somente dois movimentos durante o ciclo, um para cima e um para baixo, o motoré chamado de dois tempos. Os quatro tempos de um motor a gasolina são mostrados em detalhes na Fig. 2.2 (doravante motores com ignição por centelha serão referidos por motores a gasolina).

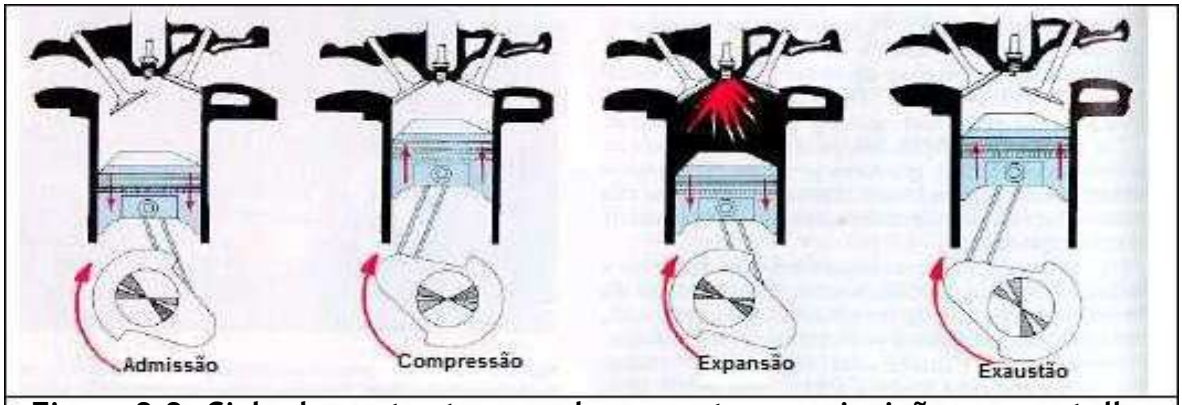


Figura 2.2- Ciclo de quatro tempos de um motor com ignição por centelha.

Durante a admissão, o motor atrai uma quantidade de ar e combustível para o interior do cilindro. Neste processo, a válvula de admissão permanece aberta, e a válvulade exaustão fechada. A válvula de admissão é um com ponente que abre ou fecha a passagem de mistura ar-combustível para o interior do cilindro. A válvula de exaustão, também conhecida como válvula de descarga ou válvul a de escape, abre ou fecha a passagem de mistura queimada do cilindro para o exterior. O pistão realiza um movimentopara baixo, e o volume do cilindro é preenchido por ar e combustível.

O início da compressão é marcado pelo fechamento da válvula de admissão. Ambas as válvulas, de admissão e de exaustão, permanecem fechadas. A mistura ar-combustível comprimida pelo movimento do pistão para cima, diminuindo o volume do cilindro. A pressão da mistura aumenta, preparando-a para ser q ueimada. Ao final da compressão, com o pistão próximo à sua posição superior máxima, denominada ponto morto superior, dá-se início aoprocesso de queima da mistura, a combustão. A combustão em motores a gasolina é iniciada por uma centelha fornecida pela vela de ignição, e, em motores diesel, é iniciada de maneira espontânea, estimulada pelas altas pressão e temperatura da mistura no cilindro. Quando opistão se encontra no ponto morto superior, o volume definido pela geometria do topo dopistão, cilindro e pelo cabeçote do cilindro é chamado câmara de combustão. Seu volume émedido nos automó veis da seguinte forma: 1.0 =1000 cm^3 = 1 dm^3 = 1L; 1.6 = 16 cm^3 =1600cm^3 = 1,6 L; 2.0 = 2000cm^3 = 2dm^3 = 2L, e assim por diante. A câmara de combustão éprojetada de maneira a facilitar o processo de combustão, objetivando que a mistura seja rápida e completamente queimada a cada ciclo do motor. A combustão prossegue e é finalizada durante a expansão. Neste processo, em que as válvulas de admissão e exaustão permanecem fechadas, o pistão move-se para sua posição inferior. O volume do cilindro aumenta, e a mistura em seu interior se expande. É durante a expansão que a potência domotor é gerada, de acordo com a força exercida sobre o pistão pela energia liberada dacombustão. Pouco antes de o pistão atingir sua posição mínima, denominada pon to morto inferior, a válvula de exaustão é aberta, dando início à exaustão. Este pr ocesso é caracterizado pela liberação da mistura queimada no cilindro. A mistura é expelida docilindro à medida que o pistão move-se para cima. Com o pistão próximo ao p onto morto superior, a válvula de admissão é aberta. A seguir, a válvula de exaustão é fechada e dá-seinício a um novo ciclo.

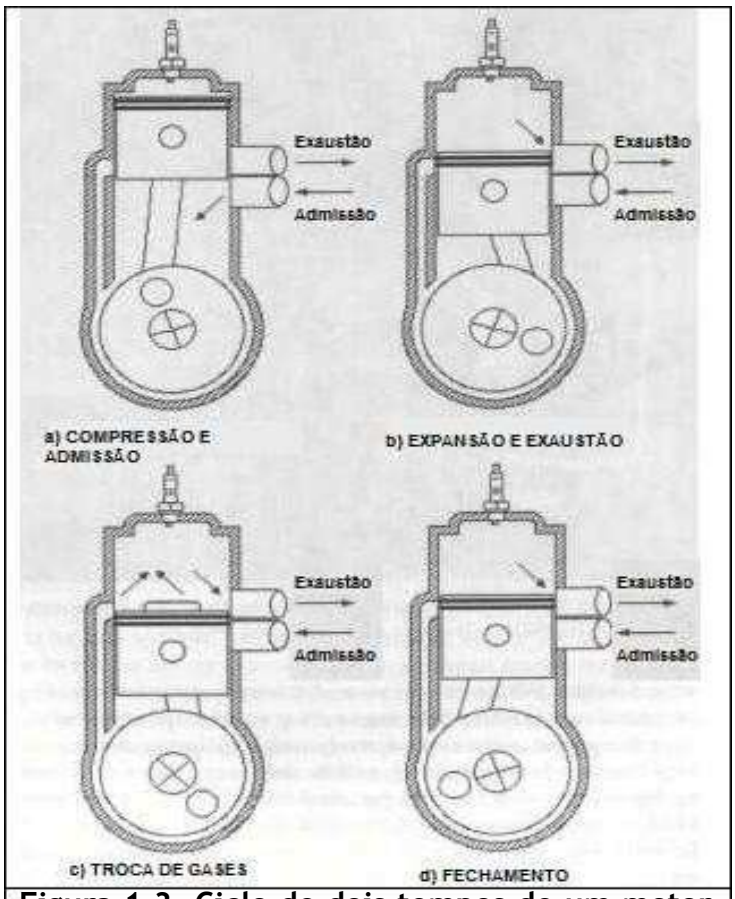


Figura 1.3- Ciclo de dois tempos de um motor com ignição por centelha.

O ciclo de um motor de dois tempos é mostrado na Fig. 1.3. A combustão da mistura ar- combustível acima do pistão produz um r ápido aumento na pressão e temperatura, empurrando o pistão para baixo, produz indo potência (a). Abaixo do pistão, a janela de admissão induz ar da atmosfera para o cár ter, devido ao aumento de volume do cárter reduzir a pressão a um valor inferior à atmo sférica. O cárter é isolado ao redor do eixo de manivelas para assegura a máxima depressão em seu interior. A janela de exaustão, então, se abre (b), permitindo a saída do gás de exaustão. A área da janela aumenta com o giro do eixo de manivelas, e a pressã o no cilindro se reduz. O processo de exaustão está quase se completando e, com ambas as janelas desobstruídas pelo pistão, o cilindro se conecta diretamente ao cárter através do duto de admissão (c). Se a pressão no cárter for superior à pressão no cilindr o, então uma mistura fresca entra no cilindro e se inicia os processos de admissão e lav agem. O pistão então se aproxima do ponto de fechamento da janela de exaustão e o proce sso de lavagem se completa (d). Após a janela de exaustão estar totalmente fechada, o processo de compressão se inicia até que o processo de combustão novamente ocorra. A distância entre o ponto morto superior e o ponto morto inferior e o diâmetro do c ilindro determinam o volume da mistura ar- combustível admitida pelo motor a cada ciclo. Este volume é comumente chamada cilindrada do motor. A cilindrada é medida em litros (l) ou centímetros cúbicos (cc ou cm^3

). Assim, um motor 1.0 e um motor 1000 cc têm a mes ma cilindrada. Seu volume é medido nos automóveis da seguinte forma: 1.0 = 1000 cm^3 = 1 dm^3 = 1L; 1.6 = 16 cm^3 = 1600cm^3 = 1,6L; 2.0 = 2000cm^3 = 2dm^3 = 2L, e assim por diante. A cilindrada está intimamente relacionada ao desempenho do motor. De uma maneira geral, quanto maior for a cilindrada, maior será a potência e o consumo de combustível. A razão entre o volume da mistura no cilindro com o pistão no ponto morto inferior e seu

volume com o pistão no ponto morto superior é denominada razão de compressão. Os motores de combustão interna têm, normalmente, quatro, seis ou oito cilindros. Motores de um, três, cinco, dez e doze cilindros também encontram aplicação, em menor escala. Motores de dez e doze cilindros são, em geral, empregados em veículos de competição. Motores de um único cilindro são comumente utilizados para testes de laboratório, veículos de duas rodas, ou para outros equipamentos, como cortadores de grama. Os cilindros de um motor podem ser arranjados em linha, opostos ou em configuração V, conforme mostra a Fig.2.4. Figuras 2.5 e 2.6 mostram um motor em configuração V e um motor em linha, respectivamente. Figura 2.7 mostra uma vista em corte de um motor monocilíndrico de dois tempos

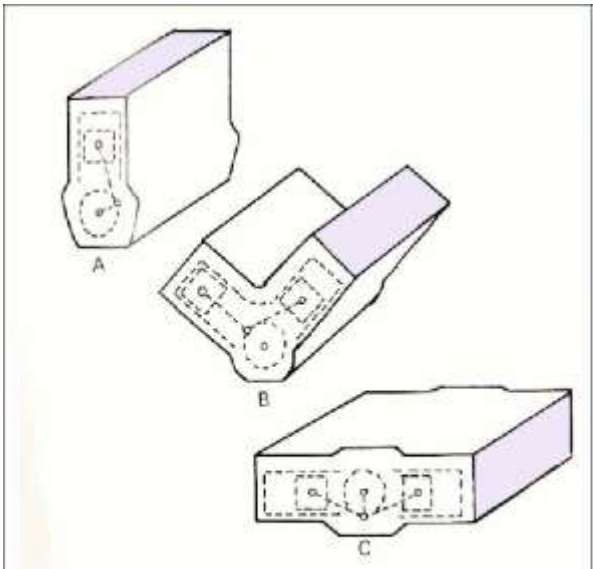


Figura 2.4- Arranjo dos cilindros (A- em linha, B- em V, C- opostos).

Figura 2.5- Vista em corte de um motor V-8 (configuração V, 8 cilindros).

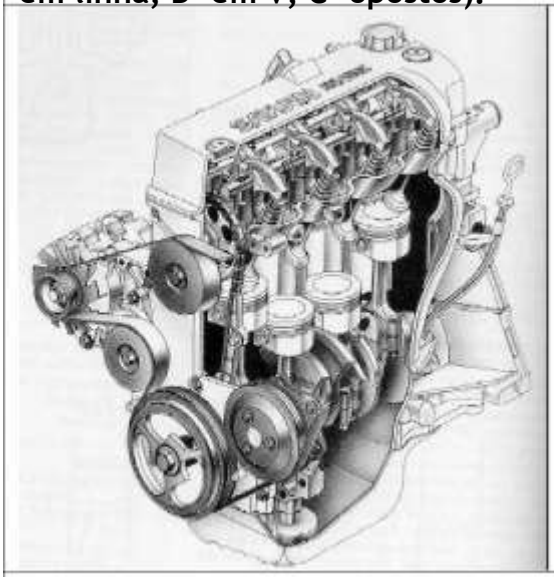


Figura 2.6- Vista em corte de um motor de quatro cilindros em linha.

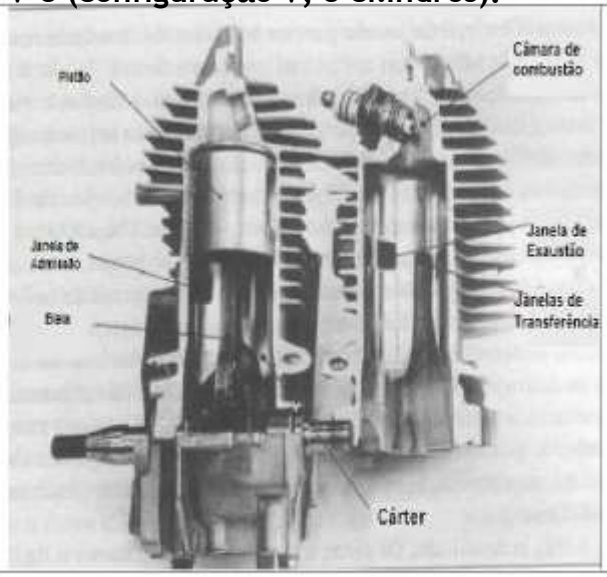


Figura 1.7- Vista em corte de um motor simples de dois tempos.

c. Componentes do motor

Motores de combustão interna são constituídos por vários componentes essenciais. Estes componentes são projetados para tornar o motor eficiente e confiável. Os componentes básicos de um motor de combustão interna de quatro tempos são os seguintes: bloco do motor, eixo de manivelas, bielas, pistões, anéis dos pistões, cabeçote do cilindro e comando de válvulas. O bloco do motor é o maior e principal componente do motor. Praticamente todas as partes do motor são direta ou indiretamente ligadas ao bloco. O bloco é feito de metal fundido, normalmente uma liga de ferro ou alumínio. Figura 2.8 mostra uma vista em corte de um bloco básico com as partes instaladas. Os cilindros são largos furos arredondados feitos através do bloco. Os pistões se ajustam nos cilindros. Os cilindros são ligeiramente mais largos que os pistões, permitindo a estes deslizarem livremente para cima e para baixo. Em muitos blocos de liga de alumínio, luvas de aço são colocadas nos cilindros, e os pistões deslizam em sua superfície. O topo do bloco é usinado plano. O topo do bloco é unido por parafusos ao cabeçote do cilindro. O topo do bloco permite a passagem de óleo, para a lubrificação do motor, e de água (ou ar), para seu resfriamento. Passagens de fluido de resfriamento são também encontradas através de todo o bloco, chamadas camisas de água. Por um furo feito na parte inferior do bloco passa o eixo de manivelas. Um outro furo feito no bloco abriga o eixo de comando das válvulas de admissão e exaustão. O cárter é a parte inferior do bloco. O cárter abriga o eixo de manivelas e também, em alguns casos, o eixo de comando das válvulas. O cárter também serve como um reservatório de óleo lubrificante. O eixo de manivelas, também conhecido como virabrequim, é responsável por converter o movimento vertical do pistão em movimento de rotação. O eixo de manivelas gira no interior do cárter. O eixo de manivelas é projetado de acordo com o número de cilindros do motor. O eixo de manivelas apresenta partes descentralizadas, onde as bielas são fixadas, que determinam a distância entre o ponto morto superior e o ponto morto inferior. O eixo de manivelas também apresenta contrapesos para evitar o surgimento de vibrações. O eixo de manivelas comanda o movimento do eixo de comando das válvulas. Figura 2.9 mostra um eixo de manivelas e o bloco de um motor. Figura 2.10 mostra a localização de um eixo de manivelas em um motor.

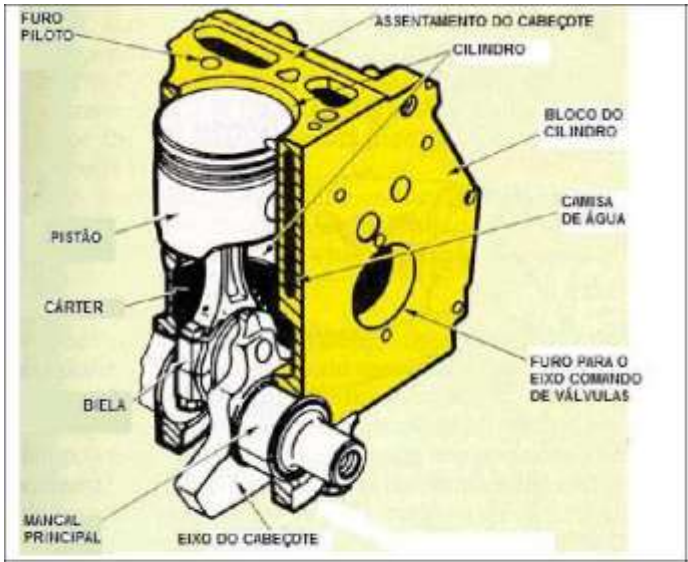


Figura 1.8- Bloco do motor.

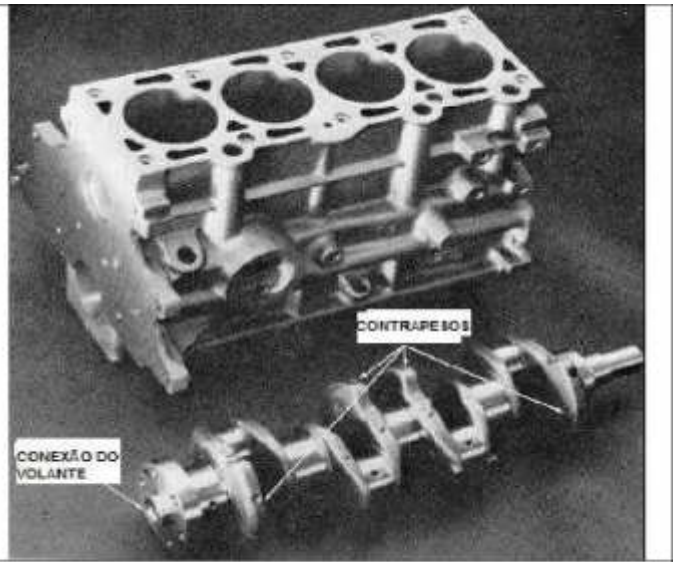


Figura 1.9- Bloco de um motor de quatro cilindros e árvore de manivela

A biela é a peça que transmite o movimento do pistão e a potência gerada pela combustão ao eixo de manivelas durante a expansão. A biela também permite movimento ao pistão durante os processos de exaustão, admissão e compressão. A biela consiste de uma haste com dois furos nos extremos. É conectada ao pistão através de um pino que passa através do furo menor. O furo maior é constituído por um mancal fixado por parafusos, que envolve um dos pinos excêntricos do eixo de manivelas.

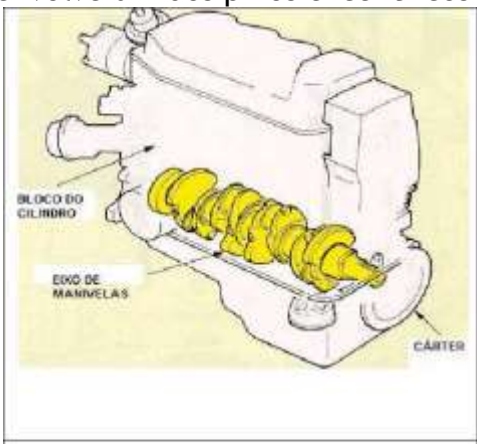


Figura 1.10- Localização da árvore de manivelas no motor.

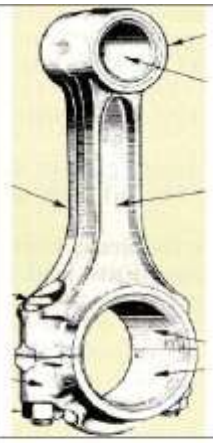


Figura 1.11 – Biela

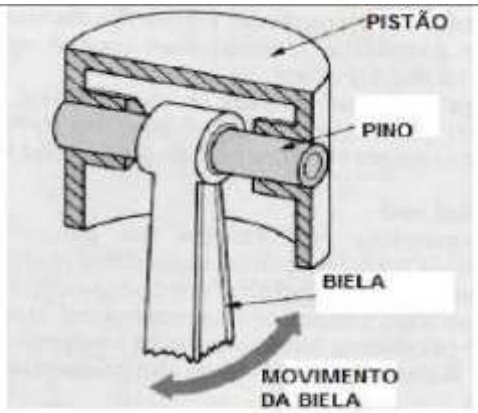


Figura 1.12- Pistão e biela

Os pistões transferem a potência gerada pela combustão para a biela e à ao eixo de manivelas. Os pistões são unidos às bielas através de pinos, e o contato com a parede lateral do cilindro é feito através de anéis. O topo do pistão é a parte mais exposta ao calor e à pressão da combustão. O formato do topo do pistão combina com a geometria do cabeçote do cilindro para formar a câmara de combustão. O topo do pistão pode ser reto, côncavo, convexo ou apresentar outra geometria dentro de uma variedade, sempre visando facilitar o processo de combustão. Os pistões apresentam ranhuras laterais para abrigar os anéis. Um furo radial é feito para o pino que une o pistão à biela. A parte inferior do pistão é chamada saia do pistão. Os pistões são normalmente feitos de ferro fundido ou de ligas de alumínio. Figura 1.12 ilustra detalhes da conexão de um pistão com a biela.

Em motores de dois tempos, o pistão é de destacável importância no processo de lavagem. No desenho da Fig. 1.13, o objetivo é produzir o processo de lavagem no cilindro com duas ou mais janelas de admissão direcionadas p ara o lado do cilindro distante da janela de exaustão, mas através de um pistão com o topo plano (lavagem em “loop”). NaFig. 1.13, outros arranjos de lavagem em “loop” são mostrados. A vantagem deste tipo de lavagem é a disponibilidade de uma câmara de combus tão compacta acima do pistão de topo plano, que permite um processo de combustão rá pido e eficiente. Um pistão para este tipo de motor é mostrado na Figura 1.14.

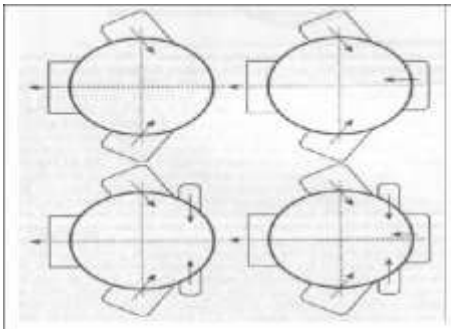


Figura 1.13- Arranjos de lavagem “loop”.

Figura 1.14- Pistões de lavagem transversal (esquerda e centro) e de lavagem “loop”(direita).

O processo original de lavagem é o transversal. Um projeto de um defletor moderno é ilustrado na Fig. 1.15. Apresenta boas características de lavagem em cargas parciais e tende a fornecer boas características a baixas velocidades e baixas potências. Sob cargas plenas a eficiência de lavagem não é boa e, combinada com uma câmara de combustão não compacta preenchida com protuberâncias defletoras expostas, o motor apresenta uma potência específica baixa e elevado consumo de combustível. Um projeto de motores com lavagem transversal que não apresenta desvantagens de lavagem em plena carga é o tipo mostrado na Fig. 1.16. Um pistão para este projeto é o da esquerda, na Fig.1.14. Contudo, o cilindro não apresenta a mesma simplicidade de manufatura daquele do pistão convencional do centro da figura.

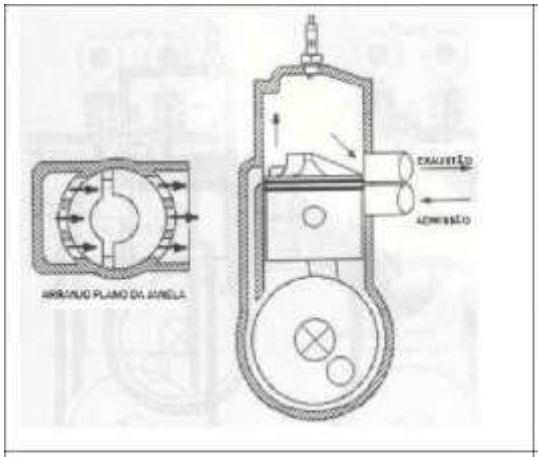


Figura 1.15 – Pistão defletor de motor com lavagem transversal.

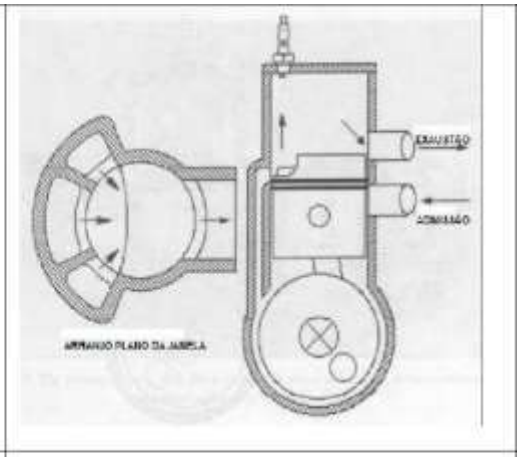


Figura 1.16 – Pistão defletor não convencional de motor com lavagem transversal.

O processo de lavagem com escoamento unidirecional é o mais eficiente para motoresde dois tempos. O esquema básico é mostrado na Fig. 1.17 e, fundamentalmente a metodologia é iniciar preenchendo o cilindro com mistura fresca em uma extremidade e remover o gás de exaustão da outra extremidade. O movimento rotacional do ar é efetivoem promover baixa combustão em uma configuração diesel. Sua aplicação para motores com ignição por centelha envolve complexidades mecânicas, não sendo vantajosa, devido aos elevados custos.

Existem projetos de motores de dois tempos em que a lavagem não emprega o cárter como uma bomba de ar, mas um equipamento externo como um soprador do tipo Roots ou um soprador centrífugo acionado pelo eixo de manivelas. Neste caso, a utilização conjunta de um turbo compressor é mais eficiente termodinamicamente, onde a energia de exaustão dos gases de saída das turbinas é disponível para acionar o compressor de ar. Figura 1.18 mostra um arranjo em que o motor apresenta um soprador e uma turbina. O soprador é utilizado como auxiliar na partida e para suplementar ar sob baixas cargas evelocidades, e a turbina empregada como a principal unidade de suplemento de ar sob elevados níveis de torque e potência em qualquer ve locidade. Este motor demonstra economia de combustível e baixos níveis de emissões de hidrocarbonetos não queimados, monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio, em comparação com um motor equivalente de quatro tempos.

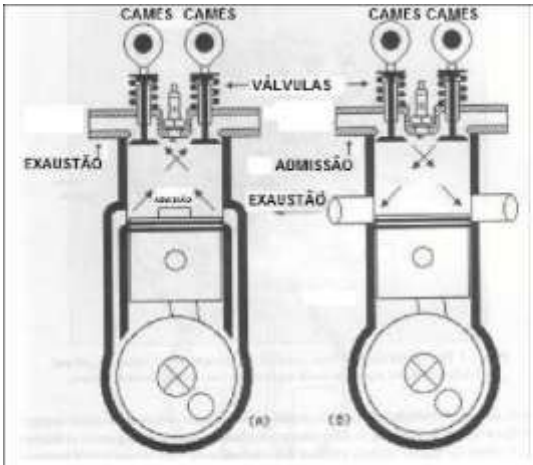


Figura 1.17 – Dois métodos de lavagem unidirecional em motores de dois tempos.

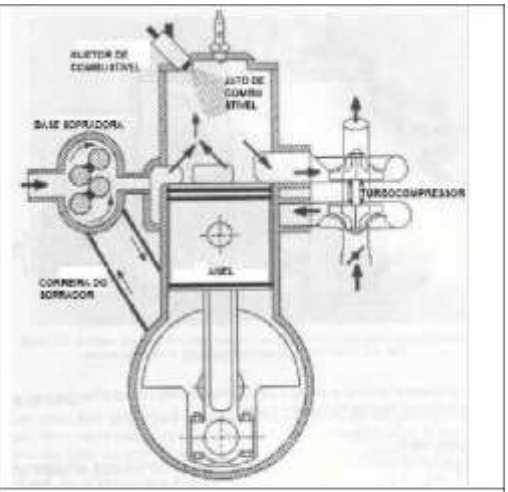


Figura 1.18 – Motor de dois tempos com supercompressor e turbocompressor.

Os anéis do pistão, também denominados anéis de segmento, são fixados em ranhuras feitas na lateral dos pistões, na parte superior. Os pistões geralmente apresentam três segmentos de anéis. Os dois anéis superiores têm a incumbência de evitar perdas da potência gerada na combustão e impedir a passagem da mistura ar-combustível para o cárter através do espaçamento entre o pistão e o cilindro. O terceiro anel tem a tarefa de selar a passagem de óleo do cárter para a câmara de combustão. Os anéis apresentam uma separação, que permite sua montagem no pistão e lhes dá uma tendência a se abrirem, pressionando-os contra a parede do cilindro e melhorando a vedação. Anéis de um pistão são mostrados na Fig. 1.19. O cabeçote do cilindro é parte do motor que cobre o bloco. Na superfície inferior do cabeçote do cilindro são encontradas cavidades na direção dos cilindros que formam com o topo dos pistões as câmaras de combustão. No cabeçote também se localizam as velas de ignição, para o caso de motores a gasolina, e os bicos injetores de combustível, para o caso de motores diesel. O cabeçote também contém aberturas chamadas janelas de admissão e janelas de exaustão. Através das janelas de admissão a mistura ar-combustível, para motores a gasolina, ou ar simplesmente, para motores diesel, é admitida(o) para o cilindro. A misturaqueimada deixa o cilindro através da janela de exaustão. No cabeçote do cilindro também encontram-se furos destinados a guiar o movimento das válvulas de admissão e exaustão. As superfícies das janelas de admissão e exaustão são usinadas de maneira a assentar as válvulas, garantindo que a passagem de mistura seja lacrada quando as válvulas estão fechadas.

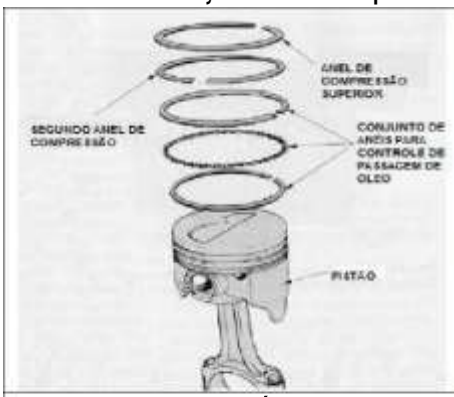


Figura 1.19 – Anéis de Segmento

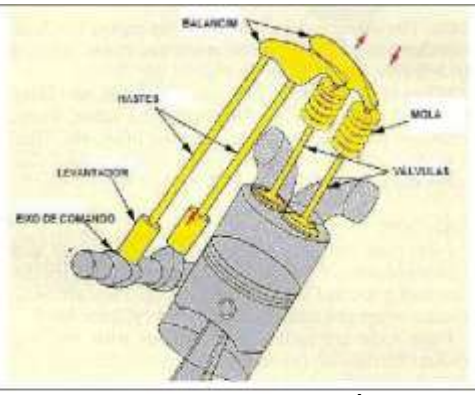


Figura 1.20 - Trem de válvulas

Uma placa fina de metal, chamada gaxeta, é colocada na junção entre o cabeçote do cilindro e o bloco do motor para fins de vedação. Gaxetas são também utilizadas nas junções entre o cabeçote do cilindro e as tubulações de admissão e escapamento. Através da tubulação de admissão o ar, para o caso de motores diesel, ou a mistura ar- combustível, para o caso de motores a gasolina, tem acesso ao cilindro. A mistura queimada deixa o cilindro através da tubulação de escape. O trem de válvulas consiste daspartes que compõem o mecanismo de operação das válvulas de admissão e exaustão. O trem de válvulas inclui eixo de comando das válvulas, alças, hastes, braços (balancim), molas e válvulas. As partes presentes e m um trem de válvulas dependem do seu projeto. Figura 2.20 mostra um típico trem de válvulas.

O eixo de comando das válvulas tem a função de comandar a abertura e o fechamento das válvulas nos momentos adequados. Consiste de um eixo com partes ovais, chamados excêntricos ou cames , com as quais as alças fazem contato. O número de cames no eixo éigual ao número de válvulas. À medida que o eixo gira, os cames deslocam as alças, em um movimento vertical. O movimento das alças é transmitido através das hastes e braços para as válvulas. Quando a parte mais protuberante do came, chamada lóbulo, faz contato com a alça, estase encontra em sua posição superior, e a válvula atinge sua abertura máxima. As molas fa zem com que as válvulas retornem à sua posição de fechamento. A posição fechada da vál vula corresponde à alça em seu nível inferior, em contato com o prolongamento circular do came.

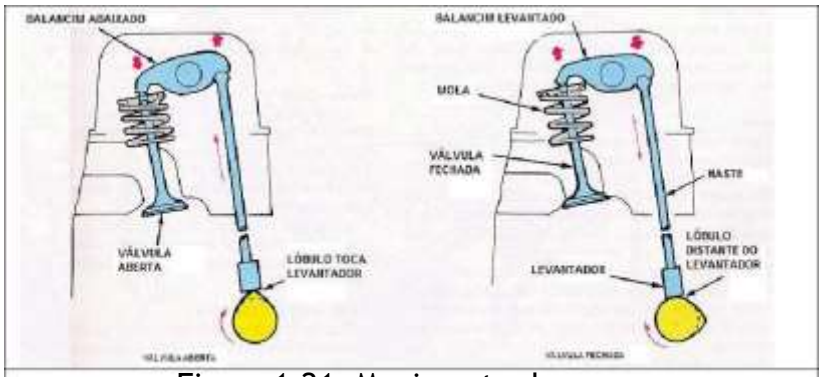


Figura 1.21- Movimento do came.

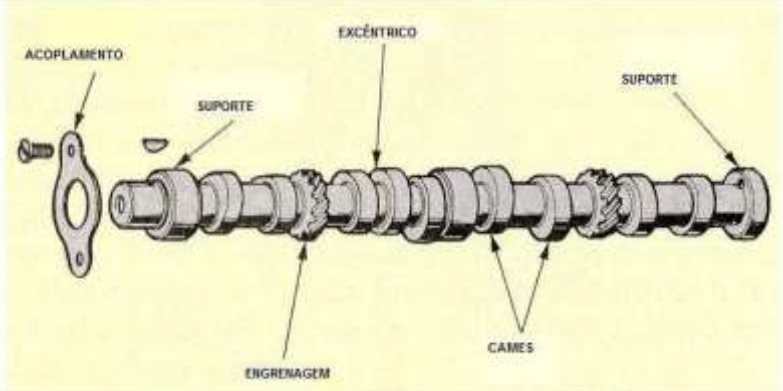


Figura 1.22- Eixo de comando das válvulas.

O eixo de comando das válvulas pode estar localizad a no bloco do motor ou no cabeçote do cilindro. Quando o eixo de comando das válvulas se localiza no cabeçote do cilindro, o trem de válvulas não apresenta hastes e braços. Figura 1.22 mostra um eixo de comando das válvulas. A válvula de admissão abre ou fecha a janela de admissão para a entrada de ar (motores diesel) ou mistura ar-combustível motores a gasolina no cilindro. A válvula de exaustão abre ou fecha a janela de esc ape para a saída de mistura queimada do cilindro.

Os motores de combustão interna têm, em geral, duas válvulas porcilindro, uma de admissão e uma de exaustão. Também é comum motores modernos de potência elevada apresentar quatro válvulas por cilindro, duas de admissão e duas de exaustão. A válvula de admissão é feita em tamanho maior que a válvula de exaustão.

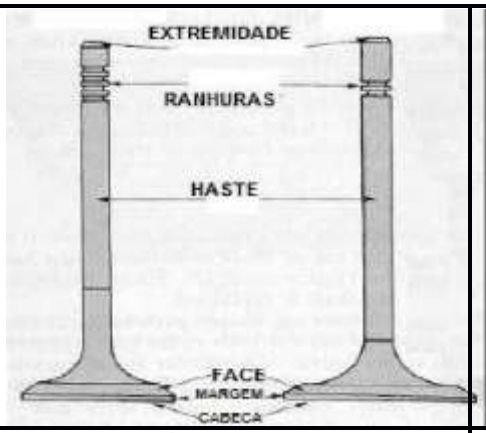


Figura 2.23- Válvulas de admissão e exaustão

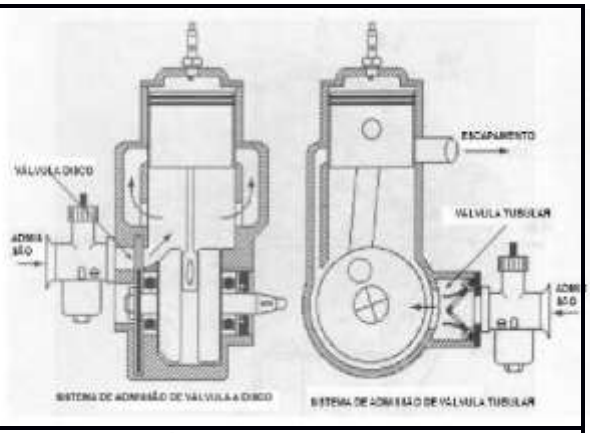


Figura 1.24- Válvulas disco e “reed” para controle da admissão

Em motores de dois tempos, o método mais simples de admitir mistura fresca e expulsar os gases queimados é pelo movimento do pistão expondo janelas na parede do cilindro. Neste caso, todos os eventos de abertura das portas são simétricos em relaçãoao ponto morto superior e ponto morto inferior. É possível produzir eventos de admissão e exaustão assimétricos pelo uso de válvulas disco, válvulas “reed” e válvulas “poppet”, permitindo que o faseamento das janelas corresponda mais precisamente aos eventos de pressão no cilindro e no cárter, proporcionando ao projetista maior controle sobre a otimização dos sistemas de admissão e exaustão. Fig ura 1.24 ilustra o uso de válvulas disco e “reed”. Válvulas “poppet” são de difícil pr ojeto para proporcionar escoamento adequado a motores de dois tempos e são mais utilizadas em motores de quatro tempos,onde o tempo disponível aos processos de admissão e exaustão é o dobro em relação a motores de dois tempos.

ASSUNTO 2.3
CHASSIS

O chassis (palavra em língua francesa, pronunciando-se "xá-ssí"), é uma estrutura de suporte que pode ser feito de aço ou alumínio. Sua aplicação mais conhecida é em veículos para sustentar os sistemas embarcados, etc. Veículos como caminhões, motocicletas, ônibus, automóveis, equipamentos de engenharia dentre outros, tem suas carroçarias montadas sobre chássis. Alguns veículos têm seus sistemas embarcados montados diretamente na carroçaria e neste caso é utilizado o termo monobloco para designar este tipo de estrutura de suporte. Alguns dos componentes que são acoplados ao chássis são o motor, sistema de freios, caixa de marcha, transmissão dentre outros.

Nesse assunto 3 da UD II – Materiais de Engenharia, iremos estudar todos os componentes que compõem e fazem entrar em funcionamento os Equipamentos de Engenharia.

1. SISTEMAS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

Generalidades e componentes

Os sistemas elétricos e eletrônicos dos veículos automóveis trabalham com os seguintes subsistemas ou órgãos principais:

- Bateria
- Sistema de partida (motor de partida, principalmente)
- Sistema de carga (alternador e regulador de voltagem, principalmente)
- Sistema de ignição (somente ciclo Otto)
- Circuito de sinalização e iluminação
- Dispositivos de segurança (fusíveis e relés)
- Acessórios (rádio, faróis de neblina, vidros elétricos, alarmes, etc)

A grande maioria dos veículos automotores possui um circuito elétrico com 12 volts de tensão. Alguns veículos de pequeno porte utiliza m um circuito de 6 volts e outros de grande porte possuem um circuito de 24 volts (caminhões, tratores, blindados) ou até superior (navios e locomotivas). Para tanto, utilizam, normalmente, associação de bateriasde 12 volts, como veremos a seguir.

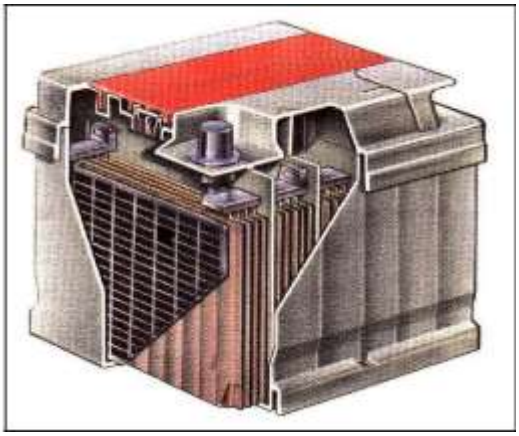
A capacidade da bateria e o rendimento do alternador precisam ser compatíveis com o consumo total do sistema elétrico do veículo.

a. Bateria

A energia elétrica de um automóvel se faz de duas maneiras: inicialmente, através de um gerador químico e, depois, através de um gerador mecânico que, dentre outras funções, irá também recarregar o gerador químico. Este gerador químico recebe o nome técnico de bateria de acumuladores.

Função principal da bateria

Nos veículos propulsionados por motores a combustão interna (álcool, diesel e gasolina), a bateria tem diversas funções. A principal delas é fornecer energia elétrica ao motor de partida (álcool, diesel e gasolina) e ao sistema de ignição (álcool e gasolina), quando o motor é acionado.



Demais funções da bateria

- Fornecer energia aos componentes elétricos necessários ou indispensáveis, quando o motor não está em funcionamento.
- Fornecer energia aos acessórios elétricos, quando a demanda elétrica desses equipamentos exceder à capacidade de fornecimento do alternador.
- Agir como estabilizador de voltagem do sistema elétrico como um todo.

b. Sistema de partida

Finalidade

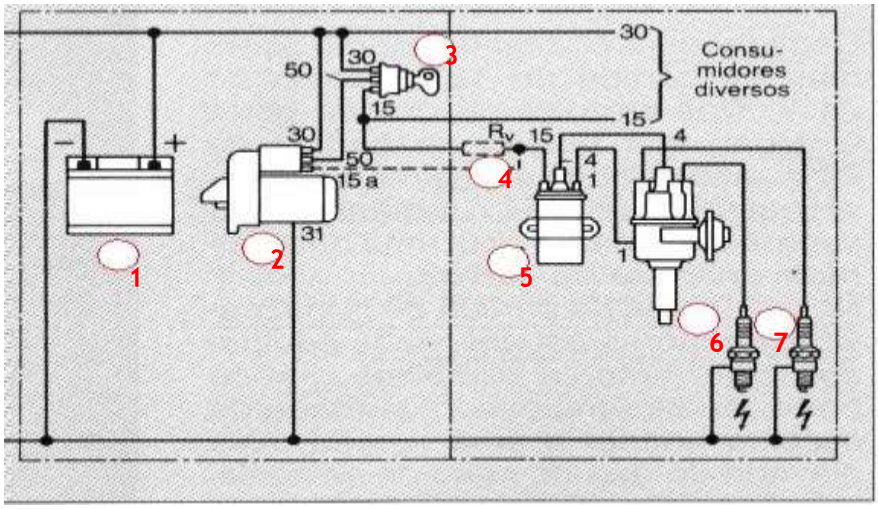
A função do sistema de partida é iniciar o funcionamento do motor do veículo, vencendo as resistências internas deste, transformando energia elétrica em energia mecânica. Esta função é exercida principalmente pela bateria e pelo motor de partida.

Componentes

Bateria
Chave de partida (chave de contato, chave de ignição)
Condutores
Motor de partida

Legenda

1- Bateria
2- Motor de partida
3- Chave de partida
4- Pré-resistor (Opcional)
5- Bobina de Ignição
6- Distribuidor
7- Velas de ignição



Esquema do sistema de partida de um motor ciclo Otto convencional

Motor de partida

Os componentes principais de um motor de partida são:

Motor elétrico de corrente contínua
Pinhão com dispositivo de avanço
Embreagem (roda livre)
Chave magnética (relé de partida, solenóide)

O motor de partida, para funcionar o motor de combustão, precisa superar as resistências da compressão e dos atritos do pistão, da biela, da árvore de manivelas e mancais, bem como fazer funcionar todos os mecanismos do motor (bomba d'água, bomba de óleo etc). Além disso, não basta ao motor de partida apenas retirar a árvore de manivelas de sua inércia, é preciso atingir um número mínimo de rotações para que seja conseguida a mistura ar-combustível e a taxa de compressão ideal.

Principais tipos de motor de partida:

Com fuso de avanço, engrenamento por inércia do pinhão – motores de baixa potência. Exemplo: motocicleta com partida elétrica .

Com fuso de avanço, engrenamento por alavanca de comando – motores de leve a média potência. Exemplo: carros de passeio e caminhões leves.

Engrenamento por induzido deslizante – motores de média potência. Exemplo: caminhões.

Engrenamento por haste deslizante – motores de alta potência. Exemplo: locomotivas e navios.

Funcionamento do sistema de partida com motor de partida com fuso de avanço, engrenamento por alavanca de comando (potência de a té 2 Kw)

A principal função da chave de partida é ligar diretamente o carro através da chave magnética existente no motor de partida através de um comando manual. Ao acionarmos o1º estágio da chave, é ligado o circuito elétrico entre os consumidores e a bateria. Neste momento, por exemplo, já há disponibilidade de centelha nas velas de ignição e a bomba de combustível pressuriza a tubulação de alimentação (motores ciclo Otto).

Ao acionarmos o 2º estágio da chave de partida, conecta-se a bateria à chave magnética (relé de partida), inicialmente com uma corrente de baixa amperagem. Esta corrente irá, ao percorrer as bobinas de chamada e bobina de retenção, criar um campo magnético forte o suficiente para atrair o núcleo móvel.

Com o seu deslocamento, o núcleo móvel irá, inicialmente, mover a alavanca de comando que, com a outra extremidade, impulsionará o pinhão de encontro ao volante do motor. Neste momento, ocorre o engrenamento entre o pinhão do motor de partida e a cremalheira do volante do motor. No final do seu curso, ainda, o núcleo móvel impulsionará a ponte de contatos, efetuando a ligação entre o borne de ligação e o motor de partida propriamente dito, fazendo com que uma corrente de alta amperagem (picos de até 300 ampéres) chegue às ligações internas do motor de partida.

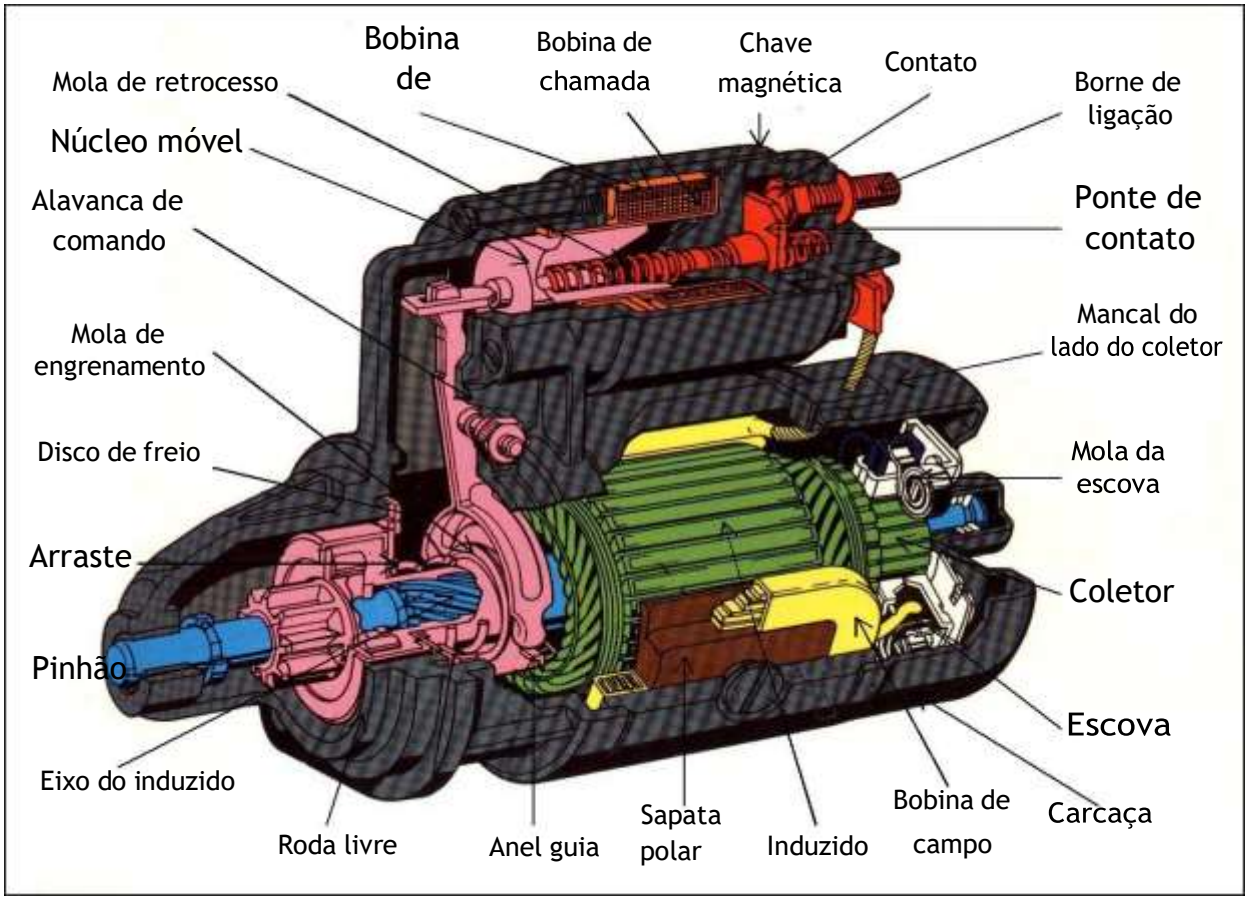
Assim, a função básica da chave magnética, que fica no motor de partida, é controlar ofuncionamento deste mediante ligação e interrupção do circuito entre o motor de partida e a bateria, comutando altas correntes por meio de correntes elétricas relativamente baixas.

O primeiro componente a ser percorrido por esta corrente de alta amperagem são as bobinas de campo. As bobinas de campo, feitas de condutores de cobre de grande diâmetro, conduzem a corrente elétrica de forma espiralada ao redor das sapatas polares, criando um campo magnético. São, normalmente, do mesmo número das sapatas polares e estão ligadas em série.

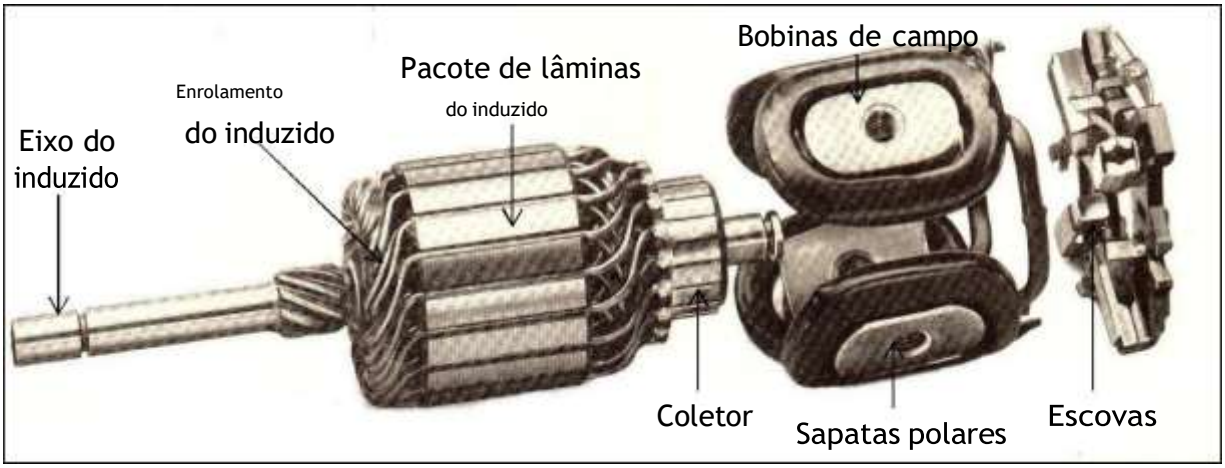
As sapatas (massas) polares servem de base às bobinas de campo, formando com estas um dos campos magnéticos necessários ao funcionamento do motor de partida. Sempre aos pares (pólos negativos e positivos), são feitas de ferro ou outro material que possa sofrer indução eletromagnética.

Após percorrer o último conjunto bobina de campo + sapata polar, a corrente chega em metade das escovas existentes. Metade das escovas estabelecem a ligação entre o coletor do induzido e as bobinas de campo sendo, portanto, aos pares e do mesmo número destas. São feitas, geralmente, de cobre grafitado ou carvão.

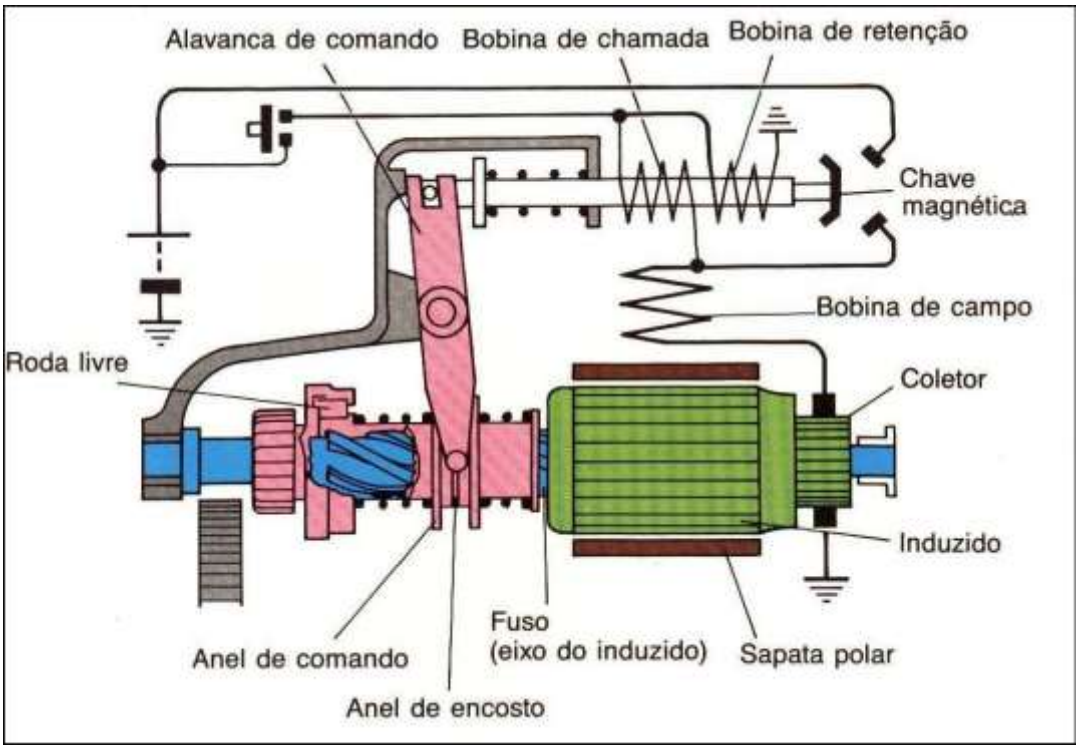
Das escovas, a corrente chega ao coletor que a transmite ao enrolamento (espiras) do induzido. A função do coletor é estabelecer as ligações elétricas dentro do motor de partida,transmitindo corrente para as espiras do induzido. É ele quem assegura o movimento de rotação do induzido ao controlar o sentido da corrente nas espiras. Também serve de assento às escovas.



Motor de partida com alavanca de comando



O induzido é um dos componentes principais do motor de partida. É formado por um eixo (árvore), um núcleo de discos de ferro superpostos e isolados entre si e espiras (bobinas) montadas nas ranhuras dos discos de ferro e também isoladas deles. Estas espiras são condutores que, na passagem da corrente elétrica, gerarão um campo magnético que, somado ao campo magnético das bobinas de campo, imprimirão torque ao induzido. Como a corrente é de alta intensidade, este torque terá força suficiente para principiar o funcionamento do motor de combustão.



No final, a outra metade das escovas (diametralmente opostas) faz a ligação entre o coletor do induzido e a massa (carroceria), escoando a corrente e fechando o circuito.

Na extremidade do eixo do induzido, encontra-se o pinhão do motor de partida. Ao girar o induzido, o pinhão também gira. Como este está engrenado ao volante do motor, a árvore de manivelas também adquire movimento de rotação.

A roda-livre é um dispositivo de segurança que acopla o pinhão ao eixo do induzido de modo que o pinhão é girado apenas quando acionado por este, sendo desfeita esta ligação mecânica tão logo o pinhão passe a girar co m maior velocidade, impulsionado pelo motor de combustão interna. Tal mecanismo foi desenvolvido para proteger o induzido contra as elevadas rotações do motor de combustão. Nos motores de partida de elevada potência, a roda-livre é substituída por um a embreagem de lâminas ou centrífuga.

Manutenção do motor de partida

Os componentes do motor de partida que carecem de maiores cuidados com a manutenção preventiva são o coletor e as escovas, tendo em vista o constante atrito entre estes componentes e o seu consequente desgaste.

As escovas devem deslizar livremente nas suas guias, estar livres de poeira, óleo ou graxa; caso estejam sujas, é preciso limpá-las com pano limpo e ar comprimido; caso estejam quebradas, dessoldadas ou gastas demais, devem ser substituídas. Deve-setornear o coletor sempre que se trocar as escovas.

O coletor deve possuir superfície lisa e uniforme (cor cinza escuro), isenta de óleo ougraxa; deve-se limpá-lo somente com pano limpo; coletores sulcados ou ovalados devem ser torneados.

c. Sistema de carga

Finalidade

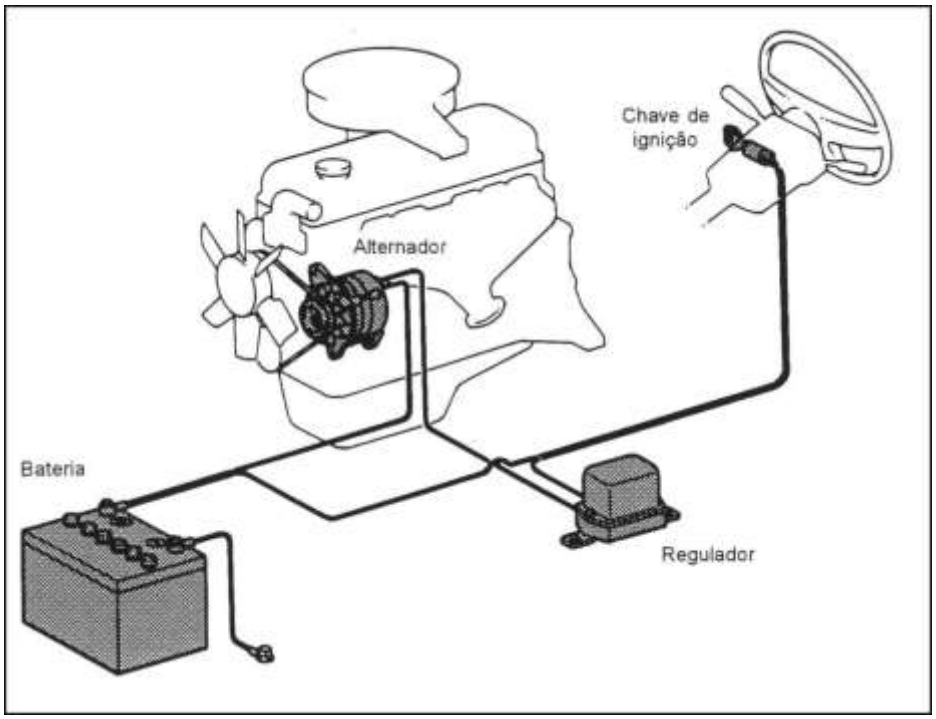
A função do sistema de carga é, estando o motor do veículo em funcionamento, alimentar de energia elétrica todos os consumidores a ele conectados e carregar a bateria. Esta função é executada, primordialmente, pelo alternador (ou pelo dínamo). Quem fornece a energia necessária ao funcionamento deste gerador é o próprio motor de combustão interna, acionando-o através de uma correia (normalmente poly-V, nos motores modernos).

Componentes

Bateria
Alternador (ou dínamo)
Regulador de voltagem
Lâmpada indicadora de carga (lâmpada piloto)
Condutores

Alternador X dínamo

O dínamo é um gerador de corrente contínua utilizado nos veículos antigos. Sua grande deficiência é que ele não fornece corrente com o motor em baixa rotação. Atualmente, os veículos vêm dotados de alternador. Este gera corrente alternada que é convertida em corrente contínua pelos diodos semicondutores de silício dentro do próprio alternador.



Vantagens do alternador sobre o dínamo:

Fornecer energia elétrica suficiente para carregar a bateria e alimentar os consumidores em baixas rotações do motor (marcha lenta).

Elevada rotação máxima.

Pouco desgaste, longa duração e conseqüente manute nção mínima. Grande segurança de funcionamento.

Pouco peso em relação à potência.

Parte elétrica independente do sentido de rotação. Desnecessidade de disjuntor no regulador de rotações.

Possibilidade de emprego de bateria menor graças à carga rápida da bateria.

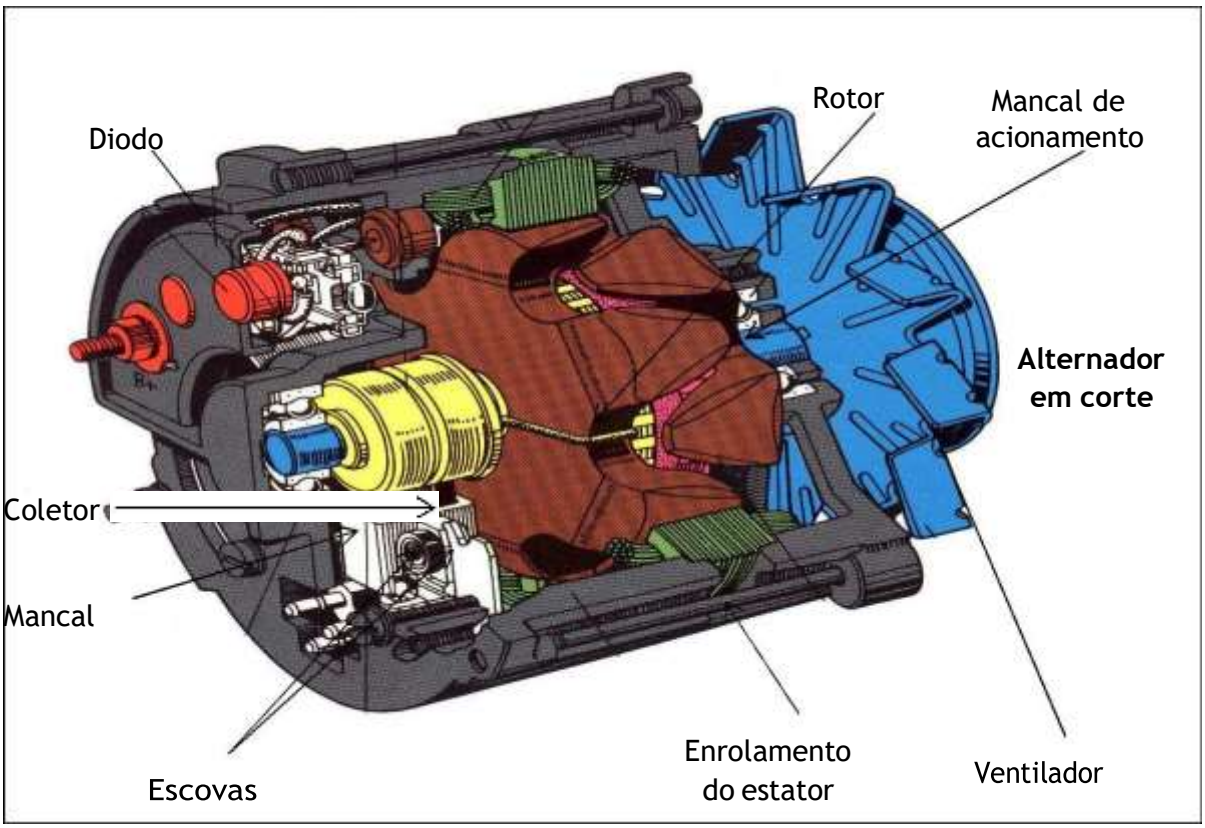
O princípio de funcionamento do alternador, válido também para o dínamo e para o motor de partida é a lei da indução eletromagnética, cuja premissa é a seguinte: "em um condutor elétrico que corta as linhas de força de um campo magnético é induzida uma tensão elétrica."

A maior diferença estrutural e mecânica entre o alternador e o dínamo é que no dínamo o campo magnético (criado pelas sapatas polares e bobinas de campo) fica estacionário e o condutor elétrico (induzido) é quem gira. No alternador ocorre o inverso: o campo magnético (rotor) fica em movimento, enquanto que o condutor elétrico (enrolamento do estator) fica estacionário.

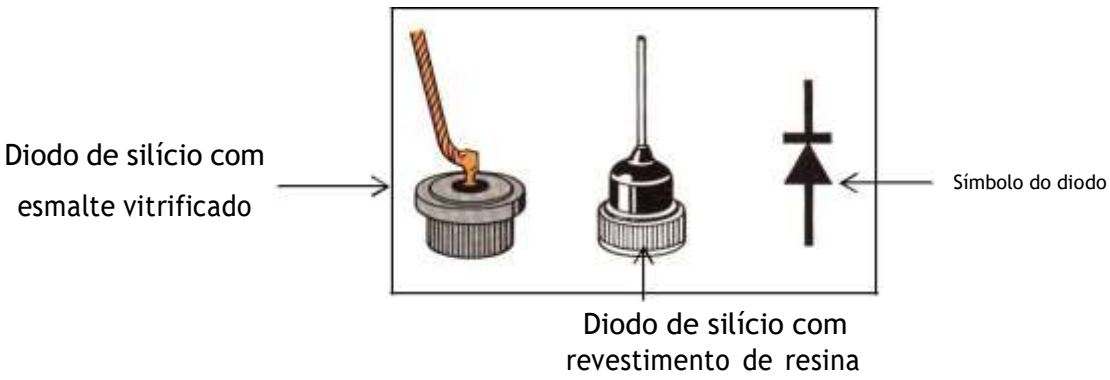
1) Funcionamento do alternador e seus componentes

O rotor do alternador é um eletroimã que irá produzir o campo magnético necessário à indução da corrente elétrica no condutor. Como ele não é um imã natural, precisa ser inicialmente excitado para produzir o campo magnético. Consegue-se isto através de uma pequena corrente elétrica proveniente da bateria que percorre uma bobina (enrolamento de excitação) no interior do rotor.

O condutor elétrico no alternador é construído de forma estacionária, preso à carcaça, e possui vários fios (espiras) a fim de multiplicar o efeito de indução. Cada conjunto de condutores forma uma bobina. Ao todo, são três bobinas eletricamente dispostas a 120º uma das outras e encadeadas entre si. A este conjunto dá-se o nome de enrolamento do estator. É nele que será induzida a corrente alternada trifásica, quando for cruzado pelas linhas de força magnéticas produzidas pelo rotor.



Esta corrente é convertida para corrente contínua através dos diodos semicondutores de silício. Os diodos só permitem a passagem da corrente em um único sentido. Os semiciclos negativos são eliminados de modo que resulte uma corrente contínua pulsante. Em um alternador existem três diodos positivos e três diodos negativos (um positivo e um negativo para cada fase), mais três díodos de excitação especiais (positivos), perfazendo um total de nove diodos.



O alternador possui vários bornes onde são realizadas suas conexões elétricas.

Normalmente, são as seguintes as conexões elétricas do alternador:

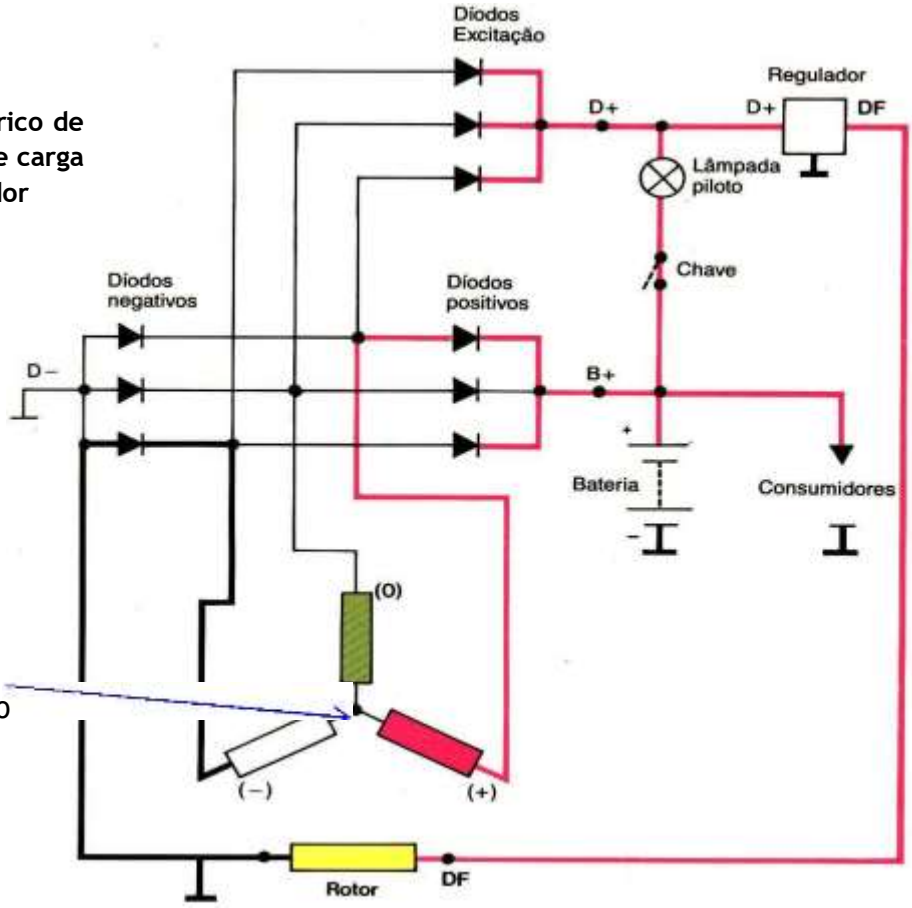
Borne "D –" ou "massa": liga a corrente que sai do alternador à bateria e aos consumidores elétricos, alimentando-os;

Borne "B +" ou "bateria/alternador": recebe, no alternador, a corrente que sai da bateria e dos consumidores elétricos;

Borne "D +": recebe, no alternador (diodos especiais de excitação), a corrente que sai do borne "D +" do regulador de voltagem;

Borne "DF" ou "campo": liga o alternador (coletor do rotor) ao borne "DF" do regulador de voltagem.

Esquema elétrico de um circuito de carga - alternador



2) Manutenção do alternador

O desgaste das escovas no alternador é extraordinariamente baixo em virtude da baixa corrente de excitação e da blindagem dos anéis coletores. Chega a durar de 100.000 Km a 300.000 Km. Este desgaste é informado pela lâmpada indicadora de carga no painel.

A lubrificação dos mancais, nos modelos que possuem engraxadeiras e canais de graxa, deve ser efetuada de acordo com o fabricante (normalmente, a cada 100.000 Km) para aproveitar a durabilidade mínima dos rolamentos, que é de aproximadamente 300.000 Km. Nos rolamentos fechados, deve-se trocar os rolamentos conforme determinação do manual.

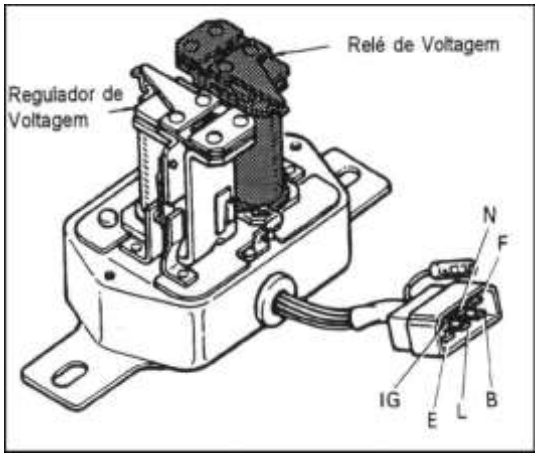
A correia que imprime rotação ao alternador deve estar com a tensão correta para que este possa funcionar a contendo. Sua troca nunca deve ultrapassar a quilometragem ou tempo indicados pelo fabricante.

O alternador possui um ventilador com a finalidade de dissipar o calor produzido e a irradiação térmica proveniente do motor e do escape. O aquecimento excessivo pode danificar os diodos, bem como os pontos de solda e isolamentos.

3) Regulador de tensão:

A grande maioria dos veículos automóveis possui consumidores elétricos que necessitam de uma corrente contínua com tensão de 12 volts. A bateria necessita de uma corrente com uma tensão um pouco superior para sofrer o processo de carga.

Desta forma, procura-se regular a corrente produzida pelo sistema de carga para uma tensão de 14 volts. Tensões superiores (acima de 16 volts) podem causar a queima dos consumidores ou dos componentes de proteção (fusíveis).



A tensão produzida no alternador é relativamente igual ao produto da rotação pelo da corrente de excitação. Como a rotação varia pela ação do motorista no acelerador, o princípio da regulagem consiste em controlar a corrente de excitação.

O regulador de tensão tem a finalidade de manter a tensão produzida nos valores exigidos pelos diversos consumidores elétricos e pela bateria.

O regulador de tensão não exige manutenção. Em caso de pane, deve ser trocado.

4) Lâmpada indicadora de carga

Esta lâmpada, situada no painel do veículo, normalmente é da cor vermelha e possui a simbologia de uma bateria. Ela possui duas finalidades principais:

1ª) Indicar ao motorista a ocorrência de anomalias no sistema de carga. Se o sistema estiver funcionando corretamente, ela deve acender quando a chave de ignição é girada no 1º estágio e apagar quando o motor entrar em funcionamento. Qualquer situação além destas indica ao motorista que existem problemas.

2ª) Realizar a excitação inicial do eletroímã do alternador. Somente desta forma este eletroímã poderá criar o campo magnético necessário para que o sistema gere corrente. Portanto, com a lâmpada indicadora "queimada", o sistema não funciona a contendo.

5) Circuito de sinalização e iluminação

A iluminação de um carro pode ser dividida em três grupos: "ver", "ser visto" e"habitáculo".

O primeiro grupo compreende os faróis, faróis de neblina, luzes de ré etc.

O segundo grupo abrange as luzes de estacionamento, luzes traseiras, indicadorasde direção ("pisca-pisca") etc.

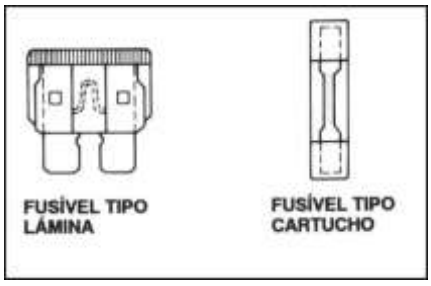
O terceiro grupo é formado pelas luzes de advertência e iluminação do habitáculo: lâmpadas para leitura, iluminação do painel de instrumentos, luzes pilotos do indicador de direção, da pressão do óleo, indicadora de carga etc.

d. Dispositivos de segurança

Fusíveis

Os fusíveis são componentes que têm por função proteger a instalação elétrica e impedir, desta forma, a ocorrência de acidentes e danos aos componentes.

Eles possuem um filamento metálico que se funde quando a corrente circulante atinge um limite acima do tolerável, interrompendo o circuito. Os diferentes circuitos estão protegidos por fusíveis de diferentes capacidades. A amperagem de cada fusível é identificada pela sua cor ou por números gravados em seu corpo (normalmente de 4 a 50 ampéres). Se um fusível se queimar com freqüência, é necessário verificar a causa do problema.



Ao dimensionar-se um fusível, procura-se calcular a corrente que percorrerá o circuito (amperagem) e instalar um com capacidade de 25% a 50% maior.

Os fusíveis (bem como os relés) ficam reunidos na caixa de fusíveis, normalmente localizada próximo ao painel de instrumentos. Nela também se encontram os fusíveis (e relés) reservas, para eventuais trocas.

Relés

O relé é um eletroímã que é usado como dispositivo de ligação em circuitos elétricos. Eles agem como fator de economia, funcionalidade e segurança, evitando a queda de tensão, o que garante um bom funcionamento dos componentes elétricos.

Um relé simples possui normalmente quatro pontos de ligação, sendo dois para a corrente de comando (linhas 85 e 86) e dois para a corrente de trabalho.

Quando a corrente flui através da bobina de comando, que atua como eletroímã, a força magnética da bobina atrai o contato de trabalho; com isto, a corrente de trabalho flui através dele.

Quando a corrente para a bobina de comando é desligada, não existe mais campo magnético; o contato de trabalho abre-se devido à ação mecânica da mola e o fluxo da corrente de trabalho se interrompe.

Num relé de comando eletrônico, o impulso ou sinal para que o relé seja ativado vem do interruptor para o comando eletrônico temporizado, que determina o período em que ele deve permanecer ligado, alimentando o consumidor.

Relés de comando eletrônico são usados no circuito dos indicadores de direção e advertência, temporizador do limpador de pára-brisa, plena potência para veículos com climatizador e transmissão automática etc.

e. Acessórios

Itens de conforto e conveniência como acionamento e létrico dos vidros, tetos solares elétricos ou rádio de som estéreo com toca-fitas ou CD "player" estão ficando cada vez mais comuns, mesmo em carros pequenos.

Na categoria dos veículos de porte médio, a quantidade dos equipamentos de luxo elétricos e eletrônicos é, naturalmente, ainda maior. Pode incluir espelhos externos com controle remoto, ar condicionado automático e até m esmo ajudas de estacionamento com ultra-som e sistemas de navegação.

O principal benefício ao consumidor é intensificar o prazer de dirigir, preservando o motorista contra a fadiga, melhorando as condições de segurança no trânsito.

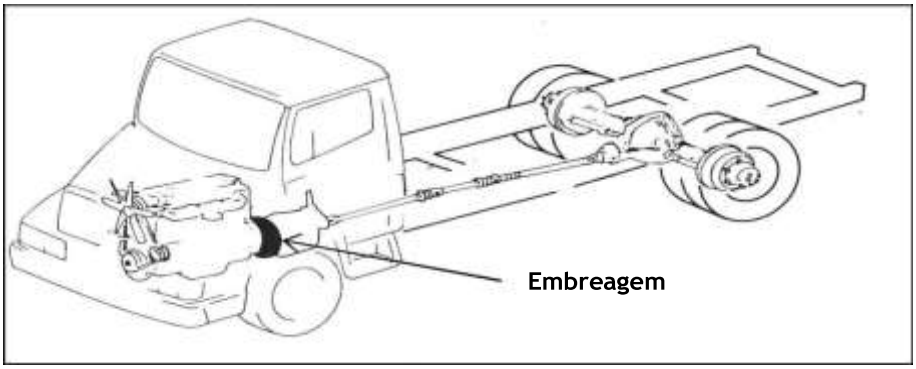
Nas viaturas militares, vários dispositivos podem utilizar o acionamento eletro-eletrônico, eliminando a necessidade do homem para acioná-los e sua conseqüente fadiga: mecanismo de giro da torre de carros de combate, lançador de fumígenos, disparo de armamentos etc.

2. Sistema de embreagem

A embreagem é um dispositivo que liga o motor à caixa de mudanças de velocidades (câmbio) e permite ao motorista obter uma transmissão progressiva de torque daquele para esta nas passagens de marcha.

1) Funções da embreagem

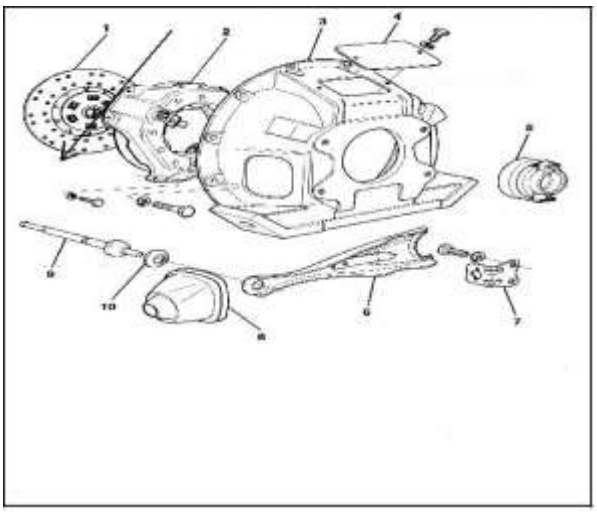
- Possibilitar arrancadas suaves
- Transmitir torque quando em marcha
- Interromper o fluxo da força entre o motor e a caixa de mudanças nas trocas de marchas e paradas
- Proteger o motor e a transmissão contra sobrecargas
- Amortecer as vibrações de transmissão



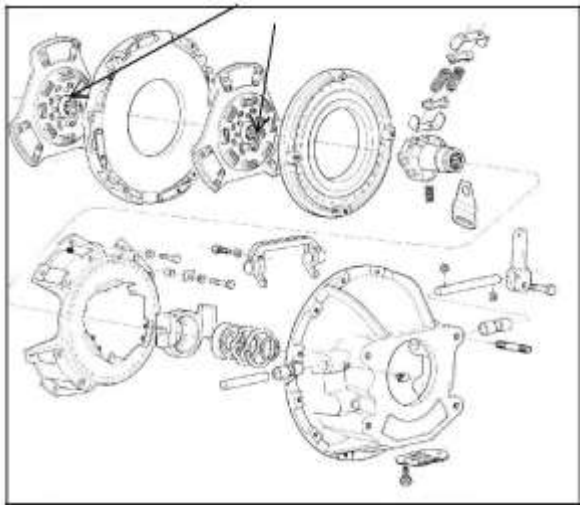
2) Tipos principais de embreagens

- Hidráulicas
- Fricção
  - Embreagem de discos – possui mais de um disco de fricção
  - Embreagem de pratos – possui apenas um disco de fricção

Disco



Discos



Embreagem de fricção de pratos

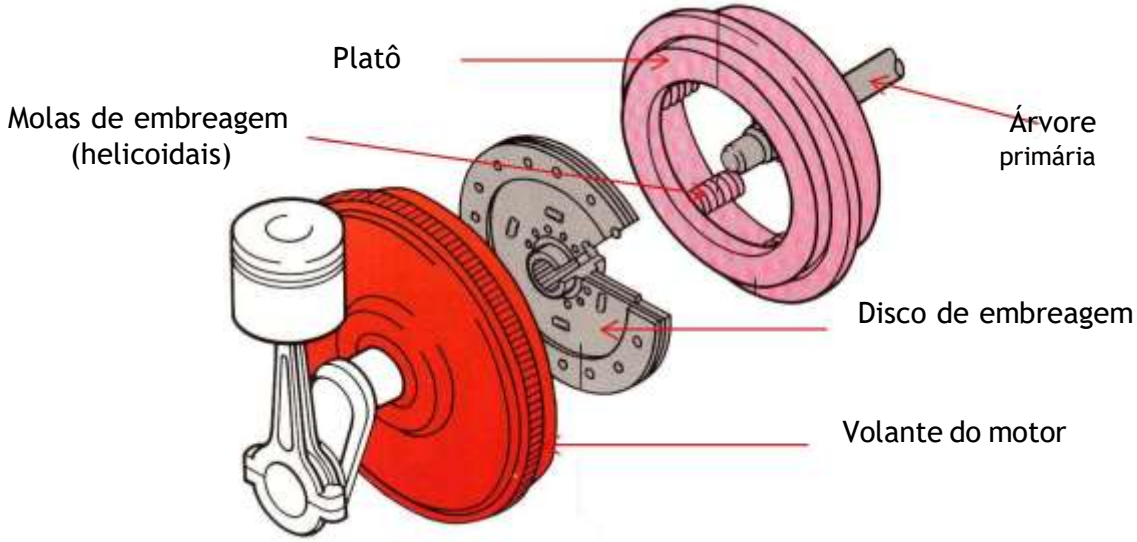
Embreagem de fricção de discos

As embreagens de funcionamento hidráulico são utilizadas em veículos com caixa de mudanças automática, de características especiais, e não serão objeto deste estudo.

A embreagem de fricção de pratos, a mais utilizada, é conhecida como embreagem monodisco a seco.

3) Componentes principais da embreagem de fricção

Volante do motor
Disco de embreagem
Platô



4) Tipos de molas de embreagem

Molas helicoidais
Mola membrana ou diafragma (também é conhecida como “chapéu chinês”)

5) **Órgãos de comando da embreagem de fricção**

- Pedal
- Tirante ajustável
- Garfo
- Luva (colar, camisa)
- Rolamento de embreagem (rolamento guia, rolamento de encosto)
- Alavancas de debreagem (somente com molas helicoidais)

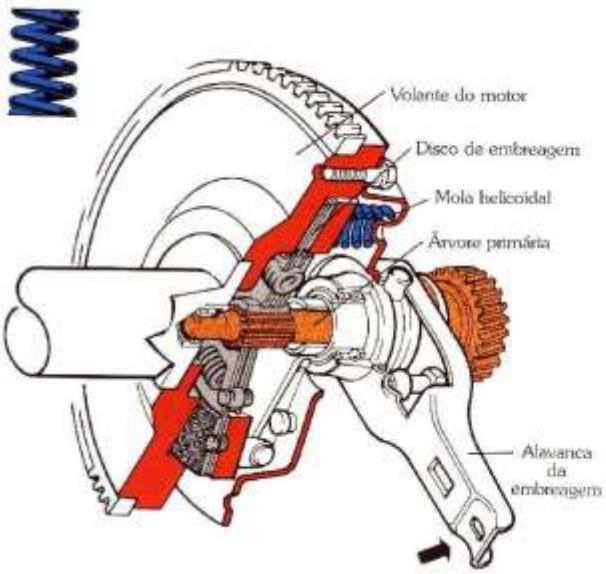
6) Características da embreagem

- Progressividade – permite que a força do motor seja aplicada progressivamente à transmissão.
- Aderência – permite que a embreagem faça uma ligação firme entre o motor e a transmissão, impedindo o deslizamento da embreagem.
- Rapidez – propriedade do disco de embreagem de perder seu movimento rapidamente, quando desacoplado do volante do motor.
- Equilíbrio – propriedade do disco de embreagem de não exercer esforços axiais ou radiais sobre os dois elementos que liga.

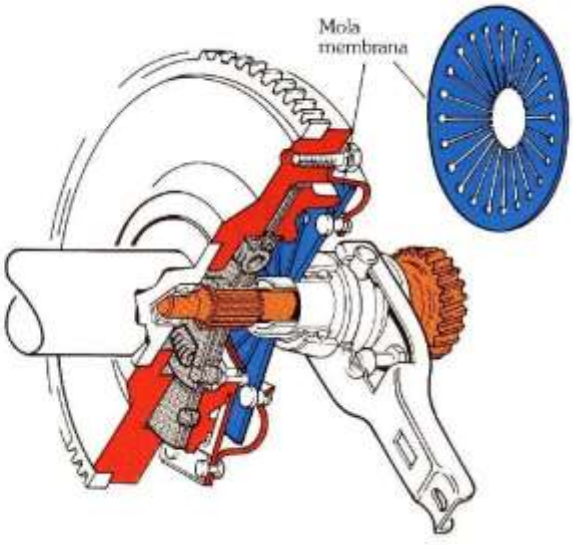
7) Funcionamento da embreagem de fricção

A ligação entre motor, através do seu volante, e a caixa de mudanças, através de sua árvore primária, é realizada pela embreagem, através do disco de embreagem e do platô.

O torque gerado pelo motor de combustão fica disponível através do volante do motor (prato fixo). Quando o motor do veículo estiver funcionando, ele e o platô (prato móvel ou placa de pressão) estarão sempre em movimento de rotação, pois estão ligados permanentemente. Contudo, o platô pode deslocar-se axialmente, aproximando-se ou afastando-se do volante.



Embreagem com mola helicoidal



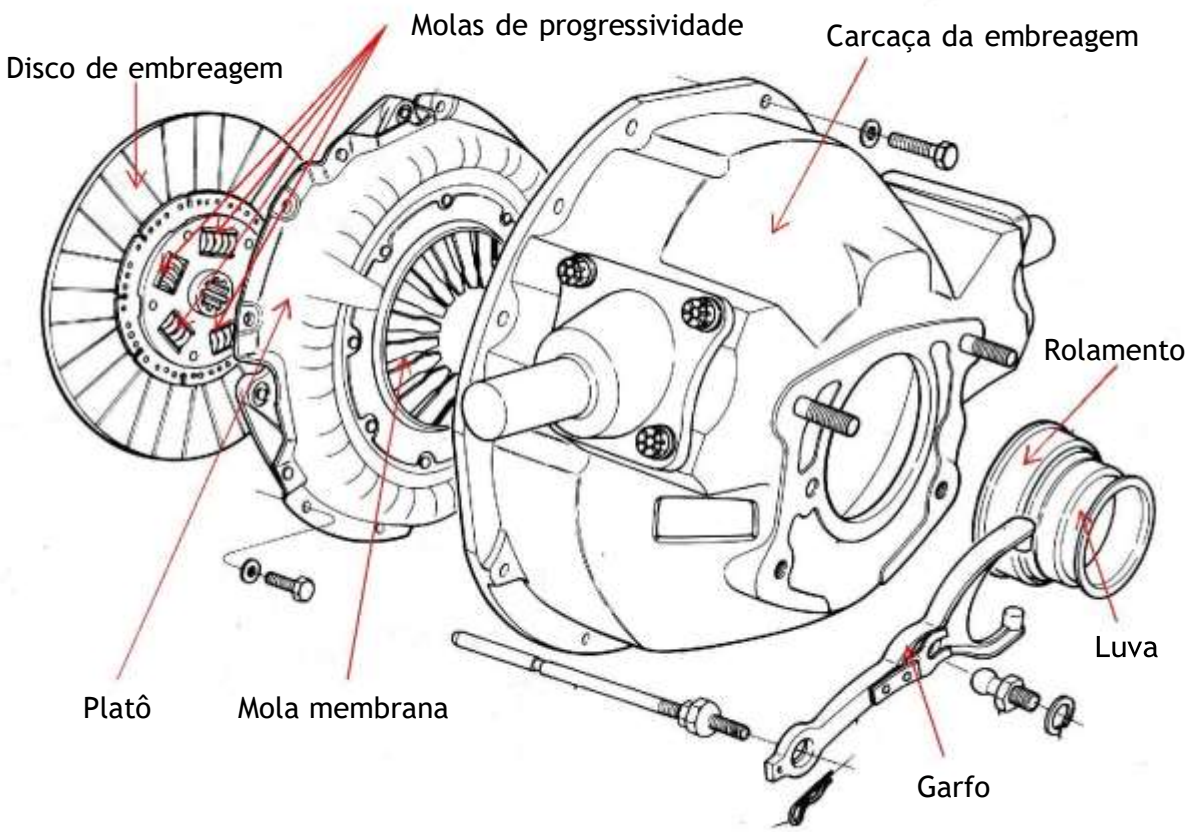
Embreagem com mola

Entre o volante e o platô, encontra-se o disco de embreagem. No disco de embreagem são fixadas as guarnições de fricção (sem elhante às pastilhas e lonas de freio) que farão o contato deste com o volante e o platô; estas guarnições se desgastam com o uso.

O disco não possui nenhuma ligação permanente com os pratos, somente girando os três em uníssono quando o motorista tira o pé do pedal da embreagem e o disco de embreagem é comprimido entre o prato fixo e o prato móvel. Quem executa esta função de pressionar o platô de encontro ao volante do motor são as molas de embreagem.

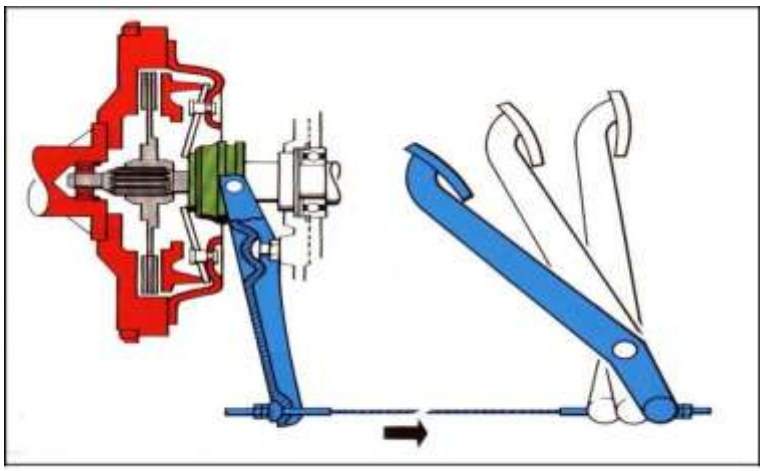
A árvore primária da caixa de mudanças de velocidades, que também faz parte da embreagem, é fixada no cubo do disco de embreagem. Desta forma, quando o disco gira comprimido entre o volante do motor e o platô, as molas de progressividade transmitem a força do disco propriamente dito para o cubo de forma progressiva, amortecendo eventuais "trancos" ou vibrações.

A função dos órgãos de comando da embreagem é desligá-la à vontade do motorista (debreamento). Isto ocorre quando o motorista pisa no pedal da embreagem e movimenta a luva e seu rolamento de encontro às alavancas de debreagem ou à mola membrana. As alavancas de debreagem giram em torno de seu eixo e comprimem as molas de embreagem, permitindo que o platô retroceda, liberando o disco de embreagem. Uma embreagem com mola membrana não necessita de alavan cas de debreagem, pois a própria mola executa esta função.



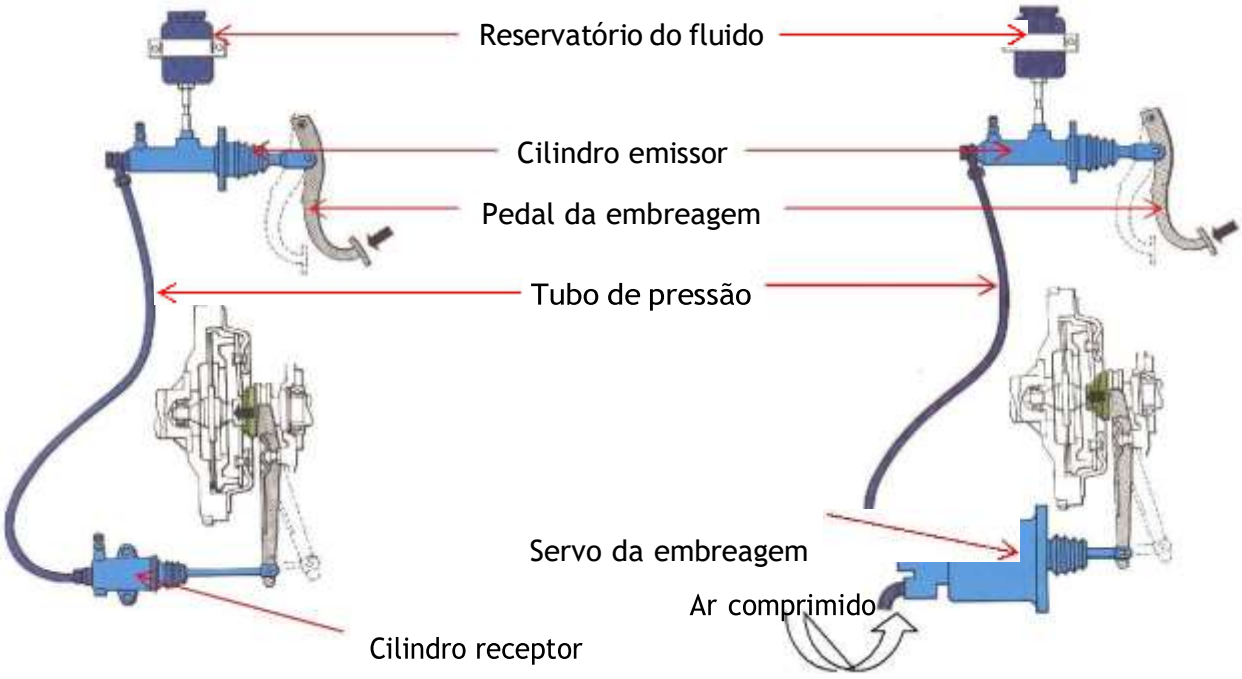
8) Tipos de embreagem quanto ao princípio de acionamento (debreagem)

- Mecânico;
- Hidráulico;
- Hidro-servo-pneumático.



Embreagem mecânica

O acionamento mecânico é utilizado em veículos de pequeno porte. Para veículos pesados de carga, é necessário uma força auxiliar que possibilite ao motorista debrear a embreagem de forma mais fácil, devido ao elevado peso de desaplicação da mesma. O acionamento assistido pode ser encontrado também em veículos de passeio avançados e/ou luxuosos.



Embreagem hidráulica **Embreagem hidro-servo-pneumática**

3. Sistema de transmissão

A transmissão propriamente dita é o conjunto de órgãos que leva às rodas motoras do veículo o movimento de rotação da caixa de mudanças de velocidades ou da caixa de transferência.

Este torque proveniente do motor é transmitido através de árvores (eixos que possuem rotação).

Como as rodas, no deslocamento do veículo, sofrem alterações na sua posição relativa à caixa de mudanças ou caixa de transferência, em ângulo e distância, os órgãos envolvidos devem possibilitar as referidas variações. Isto é possível através das juntas.

Funções da transmissão articulada

Transmitir ao diferencial o movimento de rotação da caixa de mudanças e/ou da caixa de transmissão múltipla.

Transmitir às rodas o movimento de rotação do diferencial.

Além de girar, os eixos devem ter a propriedade de operar num movimento irregular e flutuante. Deve poder se contrair, expandir e mudar o ângulo de operação acompanhando o movimento das rodas sobre as ondulações do terreno.

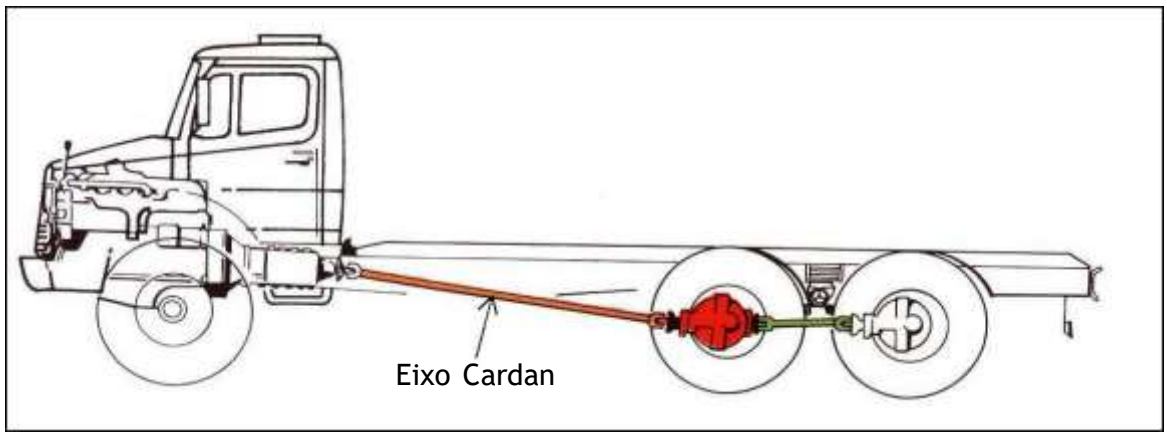
8) Componentes

Árvores de transmissão longitudinal (eixo cardan)

Árvores de transmissão transversal (árvores e semi-árvores)

Juntas

Mancais



9) Tipos de juntas que efetuam as ligações das árvores de transmissão

Juntas flexíveis

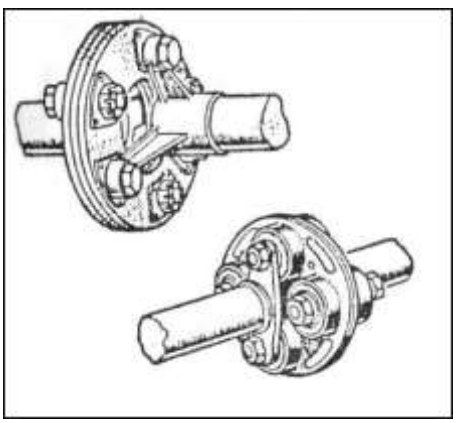
Juntas elásticas

Juntas de cruzetas

Juntas homocinéticas

a) Juntas flexíveis

São compostas de três ou mais discos flexíveis semelhantes a pneus, duas conexões com três pinos c ada uma e cubos para adaptá-los às rodas. Têm sido util izadas em árvores, quer de transmissão, quer de bomba d'ág ua ou dínamo. Esta junta permite um certo deslocamento axial e pode ser usada sem junta elástica quando este deslo camento é pequeno. Seu ângulo máximo de ação é de 10º. Atua lmente é pouco utilizada em veículos.



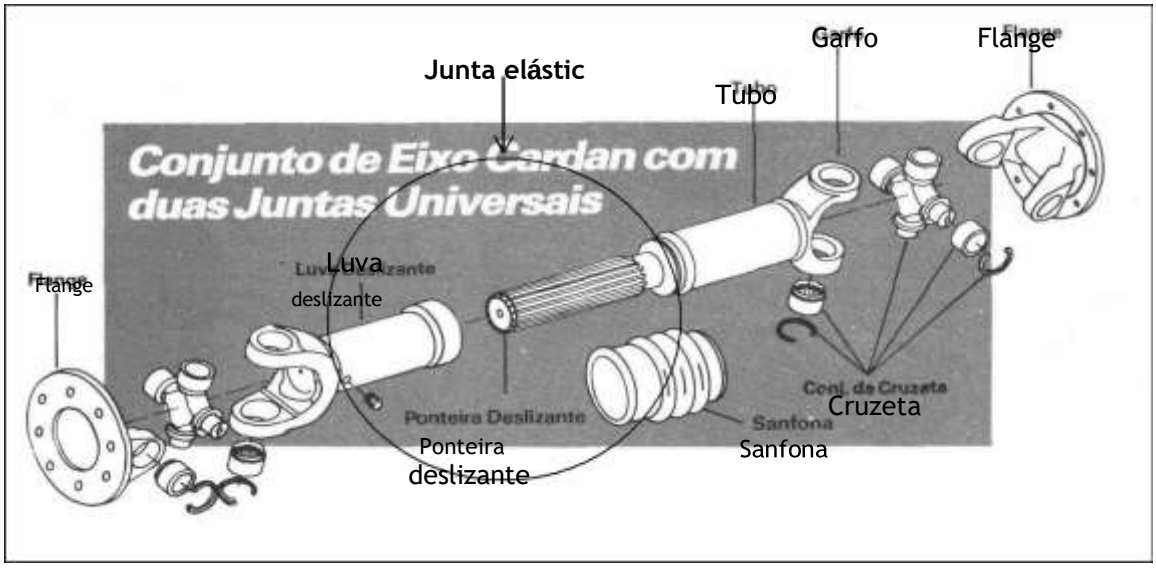
Juntas flexíveis

b) Juntas elásticas (deslizantes)

Compõem-se de uma luva e uma ponteira que encaixam- se nos entalhados e deslizam uma dentro da outra, aumentando ou diminuindo o comprimento do eixo.

Como possibilitam apenas variação axial, são utiliz adas associadas a outro tipo de juntas, normalmente de cruzetas ou homocinéticas fixas.

A lubrificação é muito importante para que o deslizamento seja o mais fácil possível. Algumas são protegidas com coifas de borracha para que a poeira não contamine a graxa.



c) Juntas universais de cruzetas

O corpo principal é composto de dois eixos perpendiculares cujas extremidades são chamadas de munhões ou espigas. Envolvendo os munhõ es existe uma série de roletes (rolamento) que são mantidos em posição por uma tam pa denominada “castanha”. No cardan propriamente dito, um eixo se liga ao garfo da árvore e o outro a flange.

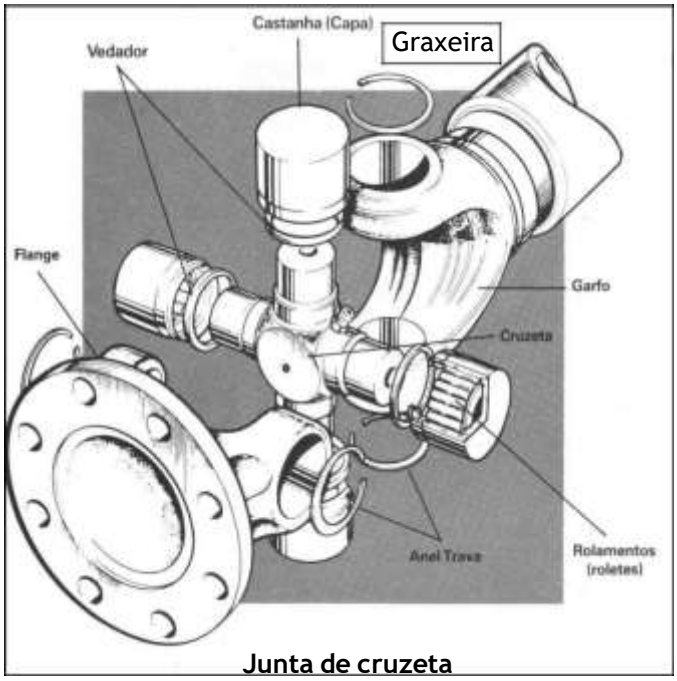
Também são usualmente chamadas de juntas universais, apesar das demais também o serem.

Podem transmitir torques altos e operar com ângulos de articulação de até 15º.

Não possibilitam o deslocamento axial das partes qu e ligam, por isso são normalmente utilizadas associadas a juntas elástica s e, em alguns casos, com juntas homocinéticas.

Possuem custo inferior às juntas homocinéticas e o defeito de, dependendo do ângulo que forma entre os dois componentes que liga, provocar vibrações e ruídos na transmissão, em altas rotações.

Existe, na maioria das juntas de cruzeta, um ponto de engraxamento (graxeira), onde deve ser colocado o lubrificante de acordo com as recomendações do fabricante.



Junta de cruzeta

d) Juntas homocinéticas

Tipos de juntas homocinéticas:

Junta homocinética Tracta (sem esferas – sistema de meias-luas)

Junta homocinética Bendix-Weiss (com esferas e sem gaiola)

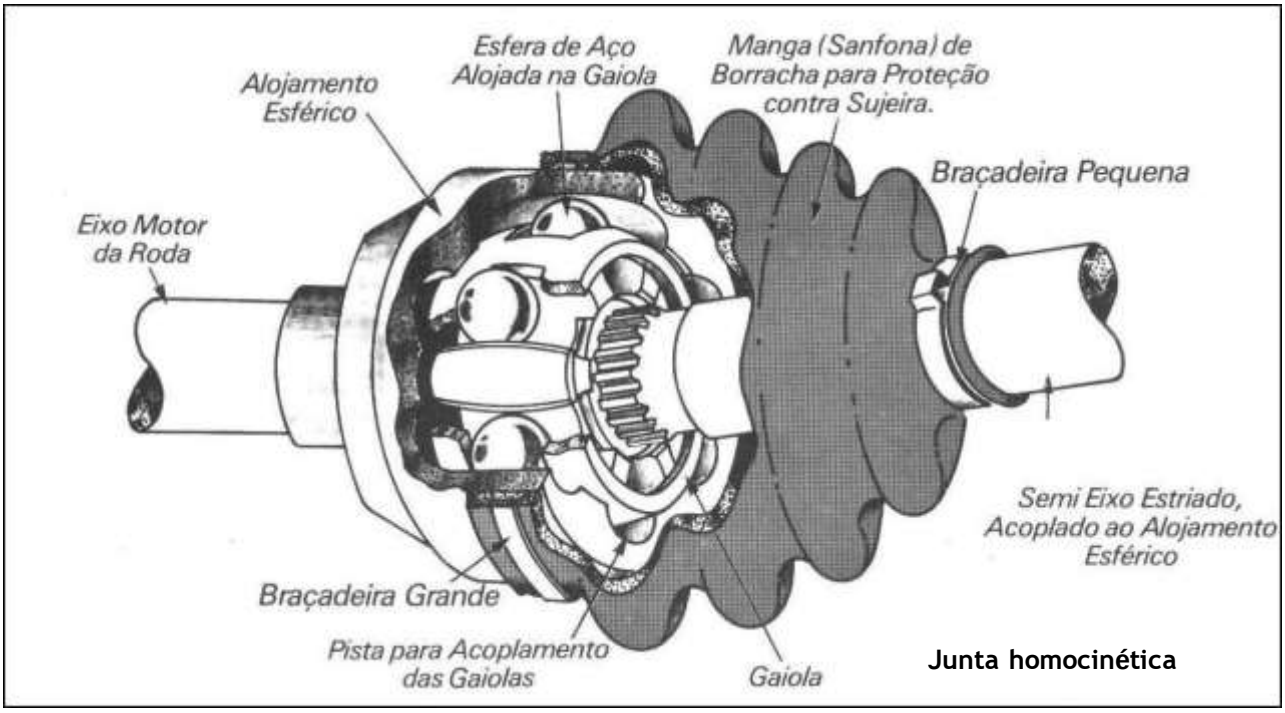
Junta homocinética Rzeppa (com esferas e com gaiola – as mais atuais):

- Junta homocinética fixa: permite ângulos de esterçamento de até 47º com velocidades constantes; transmite torques elevados e pode suportar esforços axiais, mas sem deslocamento.

- Junta homocinética deslizante: permite ângulos de esterçamento de até 22º com velocidades constantes e um deslocamento axial máxi mo de até 48mm; transmite torques elevados.

- Junta homocinética deslizante "double off-set": permite ângulos de esterçamento de até 22º com velocidades constantes e um deslocamento axial máximo de até 48mm; transmite torques elevados.

- Junta homocinética tripóide: permite ângulos de esterçamento de até 25º com velocidades constantes e um deslocamento axial máxi mo de até 55mm; transmite torques elevados.



Junta homocinética

A constituição principal de uma junta homocinética atual é de manga de borracha (coifa ou sanfona), anel interno (pista para acoplamento das gaiolas), esferas e gaiola. As juntas homocinéticas deslizantes possuem um anel externo ou tulipa. As juntas homocinéticas tripóides possuem a peça tripóide substituindo os componentes principais, a exceção da coifa protetora.

Elas podem operar com ângulos de articulação de até 47º, quando fixas, e de 25º, quando deslizantes. O deslocamento axial máximo das juntas homocinéticas deslizantes chega a 55mm. São compactas, possuem elevada durabi lidade e podem transmitir torques altos. Seu custo, comparado com as outras juntas de transmissão, é mais elevado. A coifa de borracha mantém a graxa que lubrifica os componentes da junta homocinética, sendo presa por uma braçadeira.

a) Aplicações das juntas

Juntas flexíveis: utilizadas nas árvores de bomba d'água e dínamo; árvores em geral de alguns veículos também a utilizam.

Juntas de cruzeta: são muito utilizadas nas ligaçõ es do eixo cardan (árvore de transmissão).

Juntas elásticas: são muito utilizadas nas ligaçõe s do eixo cardan (árvore de transmissão) juntamente com as juntas tipo cruzeta, tendo em vista que estas não possibilitam deslocamento axial.

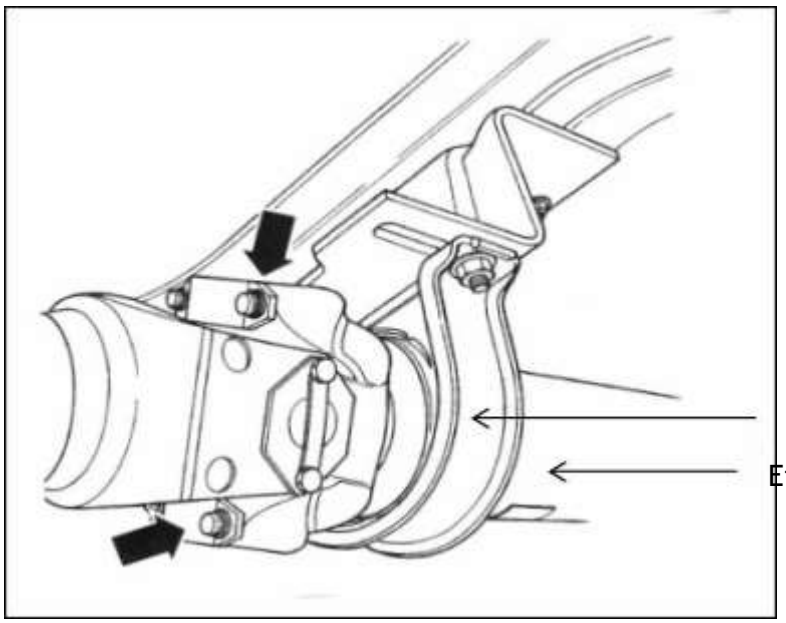
Juntas homocinéticas fixas: utilizadas na conexão das semi-árvores dos eixos dianteiros diretores com os cubos das rodas em veículos leves.

Juntas homocinéticas deslizantes: utilizadas na conexão das semi-árvores dos eixos dianteiros diretores com o diferencial; na conexão das semi-árvores do eixo traseiro com o diferencial e cubo das rodas; nas ligações do eixo cardan (árvore de transmissão), em substituição às juntas tipo cruzeta ou associadas com estas.

b) Mancais de transmissão

Mancais da transmissão são os apoios das árvores lo ngitudinais (eixo cardan) no

quadro de chassi. Devem ser resistentes, porém possibilitar uma leve flexão por causa das trepidações causadas pelas deformações do terre no.



f. Sistema de suspensão

1) Finalidades

A suspensão é um conjunto de órgãos que agem com as seguintes finalidades principais:

Permitir uma conexão flexível entre o conjunto rod as/eixo e o conjunto carroceria/quadro do chassi, impedindo que os choques e trepidações sofridas pelas rodas sejam transmitidas ao quadro de chassi e carroceria.

Manter os eixos na sua posição correta, perpendicular à direção de deslocamento da viatura.

2) Componentes principais

Molas

Amortecedores

3) Molas

Conceito: As molas são elementos elásticos que agem como uma conexão flexível entre as rodas e a carroceria. Elas também suportam quase todo o peso do veículo. Os limitadores de borracha são montados no interior da mola, ou no quadro, ou no eixo. Servem para evitar o choque entre dois metais quando a mola é comprimida ao máximo.

Características

Suas características principais são:

Flexibilidade – é o valor que indica a força necessária para se efetuar a deformação da mola. A unidade característica é o Kgf / mm ou N / mm.

Freqüência natural - é o número de oscilações efet ivadas, por unidade de tempo, até que a mola volte à posição de repouso.

Tipos de molas

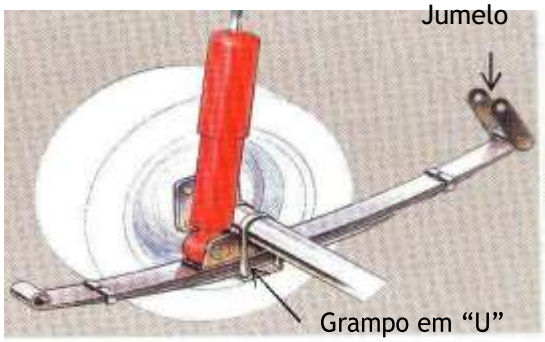
1) Molas de lâminas – são as mais usadas em veículos pesados (de carga) e utilitários. Também são conhecidas como feixe de mo las, feixe de lâminas ou molas semi-elípticas.

Suas principais partes componentes são:

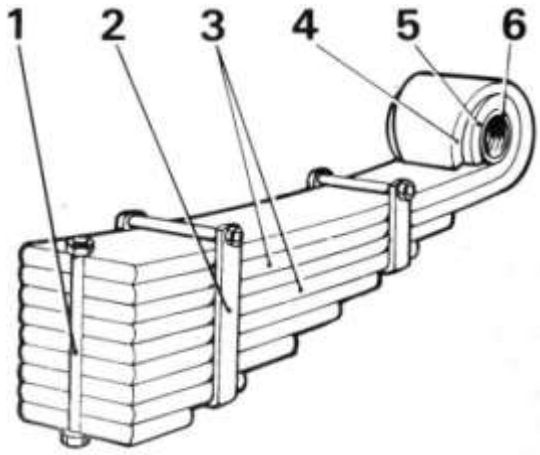
Algemas das molas (um suporte oscilante que permite à mola variar de comprimento, sendo montado através de pinos ou parafusos – também conhecido como jumelo).

Assentos das molas (local da colocação da mola no eixo).

Grampos em U (servem para fixar as molas no eixo).

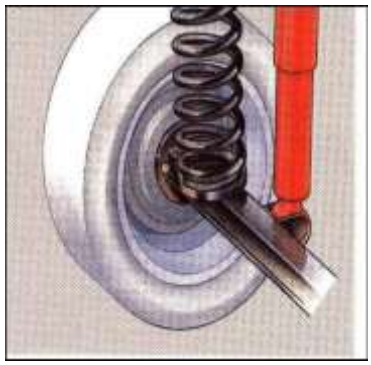


A lubrificação das molas em lâminas é realizada pe riodicamente nos pontos de articulação com o quadro do chassi e as algemas, utilizando o lubrificante (graxa) previsto no manual do veículo.



Legenda
Pino (parafuso) central
Braçadeira
Lâminas
Olhal de segurança
Olhal da lâmina principal
Bucha da mola

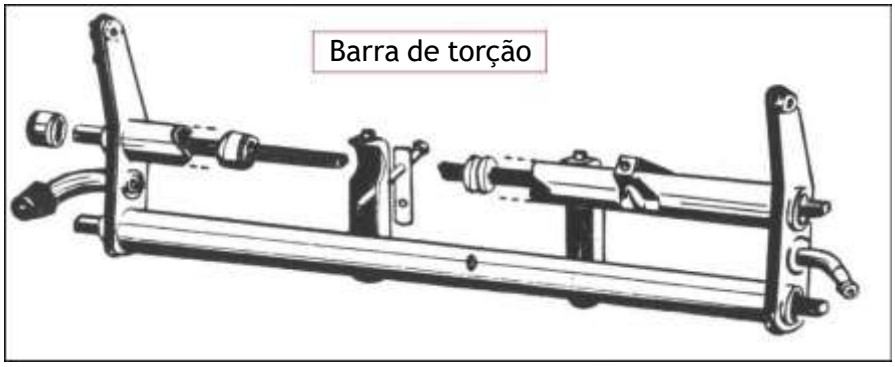
Mola helicoidal



Amortecedor

1) Molas helicoidais – são as mais empregadas em carros de turismo (passeio) por serem mais flexíveis. É necessário, porém, que sejam usadas juntamente com bons amortecedores, uma vez que auxiliam a mola na função de agir como órgão de suspensão. As de ação linear apresentam deformação proporcional à carga aplicada. As de efeito progressivo apresentam dois diâmetros de arame diferenciados, onde a absorção da carga se dá das espiras de menor para as de maior diâmetro.

2) Barras de torção – são barras de aço ligadas ao chassi e à espiga da roda cuja finalidade é resistir aos efeitos de torção sofridos por um veículo.



4) Amortecedores

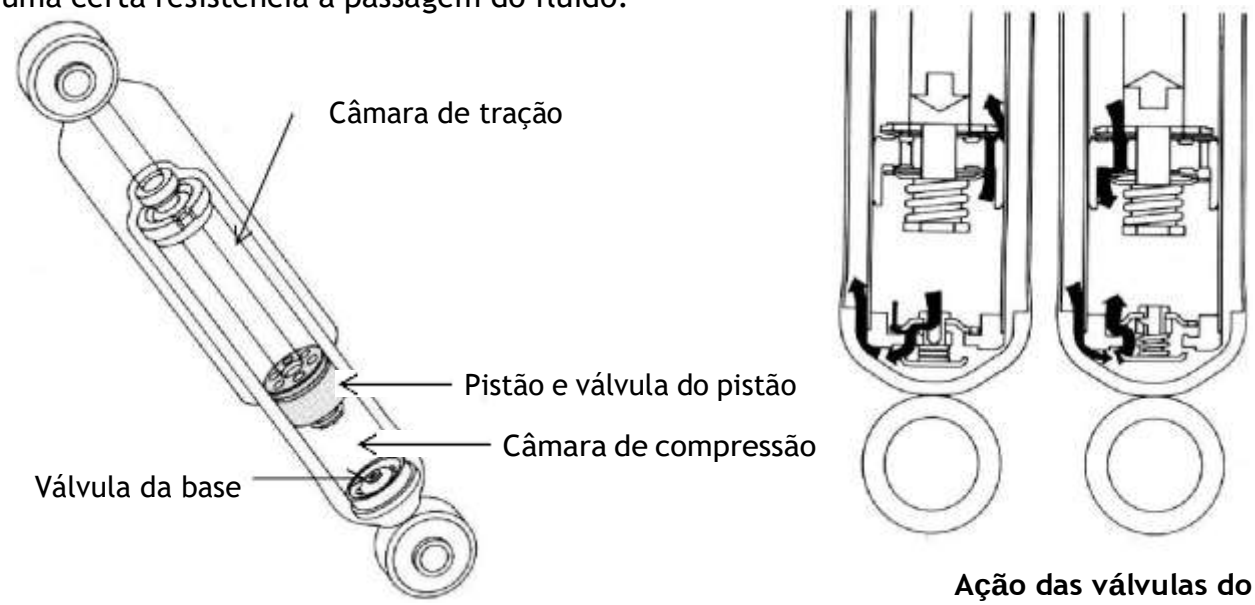
Conceito: A finalidade dos amortecedores é controlar as ações e reações das molas (oscilação), permitindo a compressão destas, sem oferecer resistência, e atenuando sua distensão.

Funcionamento

Atualmente são utilizados os amortecedores hidráuli cos de dupla ação (telescópicos). Os efeitos de compressão e distensão das molas depe ndem da facilidade de passagem de um fluido especial através de orifícios, controlados por válvulas existentes no próprio pistão e na base do amortecedor. Essas válvulas fazem a comunicação das câmaras de tração e compressão e são chamadas válvu las do pistão e da base.

No movimento de compressão, quando a roda sobe, a h aste é introduzida no tubo de pressão. Com isso, ela desloca uma quantidade de fl uido para o tubo reservatório, através da válvula da base, sem quase sofrer resistência.

No movimento de tração, o fluido deve voltar ao tubo de pressão, passando pela válvula da base. O fluido que está na parte superio r do pistão é forçado para a parte de baixo, controlado pela válvula do próprio pistão. A mbas as válvulas, desta vez, oferecem uma certa resistência à passagem do fluido.



Ação das válvulas do amortecedor

Manutenção

Devem ser verificados nos amortecedores o estado dos calços de borracha da união do adaptador com a carroceria ou quadros e com os assentos das molas.

Também deve ser verificado a sua capacidade de controlar a distensão da mola. Somente em aparelhos especiais i sto pode ser feito com precisão. Um teste válido pode ser feito atravé s de solavancos manuais na carroceria. Ao forçar a carroceria para baixo com força e soltá-la, esta não pode oscilar para cima e para ba ixo mais que uma vez.

Se o amortecedor não funciona, deve ser trocado, se m a tentativa de recondicionamento.

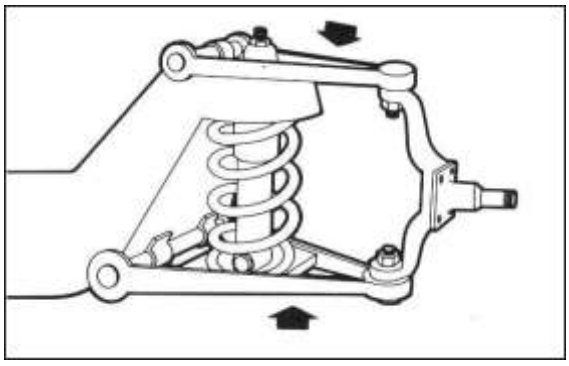
Câmara de nitrogênio

Amortecedores hidráulicos pressurizados

Os amortecedores hidráulicos pressurizados diminuem a possibilidade de formação de bolhas de ar no fluido, quando este é submetido a intensas atividades de compressão e dis tensão. Possuem um custo elevado, mas já são largamente utilizados em veículos de passeio.

Estes amortecedores possuem nitrogênio no interior do cilindro, um gás que tem a propriedade de expandir-se. Assim, qu ando o pistão sobe violentamente em função de um buraco, ele empurra o óleo para cima, mantendo o cilindro sempre cheio. Desta forma, o pistão não cai no vácuo e, em conseqüência, amortece melhor.

5) Tipos de sistema de suspensão



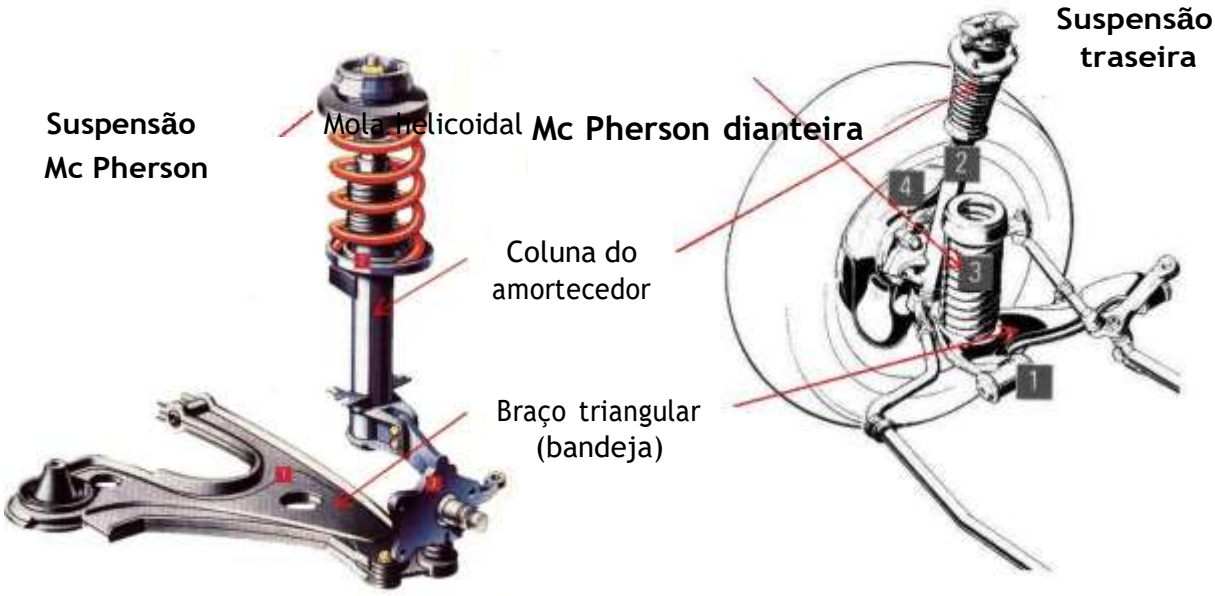
Suspensão por eixo rígido: as rodas são montadas nas extremidades de um eixo rígido, seja ele eixo motor ou eixo morto. Todas as vibrações sofridas por uma roda são transmitidas à outra diametralmente oposta. É menos confortável e menos estável, porém mais resistente e menos oneroso. Os estabilizadores podem ser utilizados para garantir estabilidade nas curvas.

Suspensão independente: é montada em peças de articulação que permitem o seu livre movimento, movendo-se uma roda independentemente da outra. A desvantagem, além do maior custo e menor resistência, é que impõe-se o uso de estabi lizadores devido às inclinações sofridas pela carroceria.

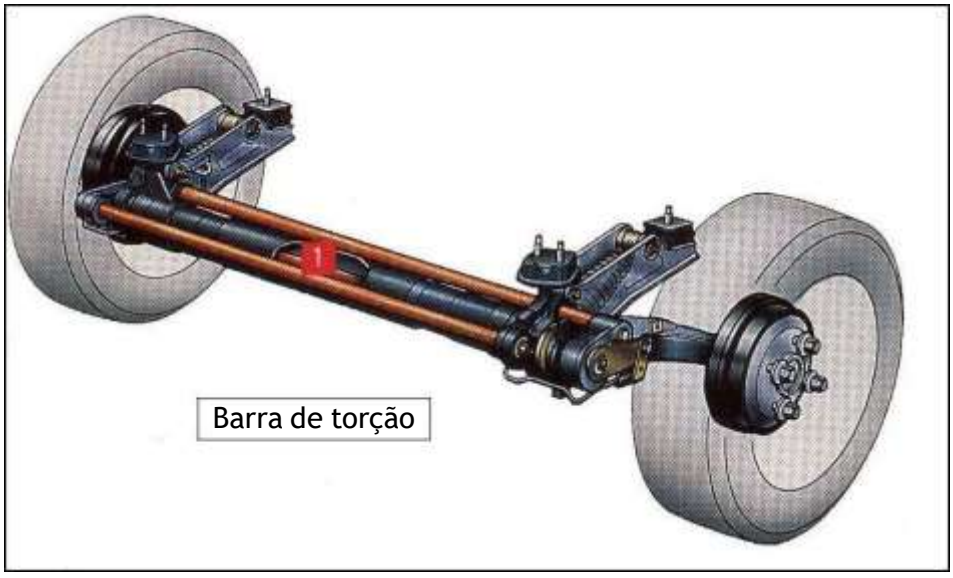
Tipos de suspensão independente mais utilizados

Por braços paralelos - também chamados trapézio articulado. É formada por braços (bandejas) com a forma triangular. Entre os braços, são colocados os amortecedores e as molas.

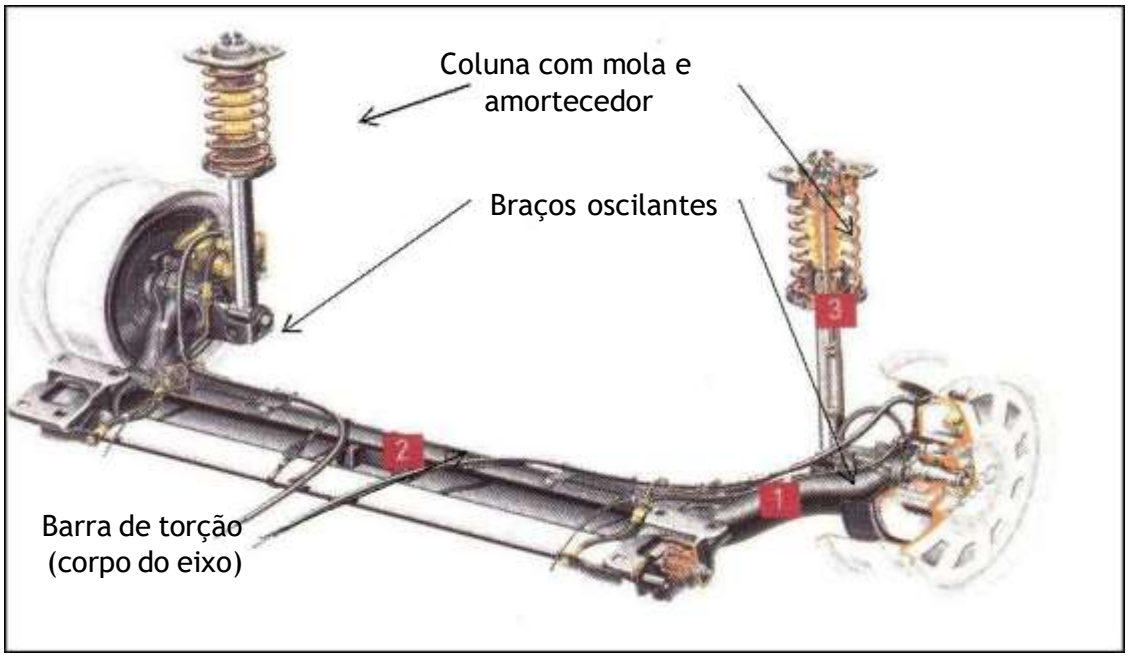
Mc Pherson – caracterizada pela construção compacta, simples e racional. A manga do eixo de cada roda é diretamente fixada à extremidade inferior de um montante telescópico que incorpora o amortecedor e as molas helicoidais. Na parte inferior, a manga do eixo é presa a um braço oscilante transversal.



Com barra(s) de torção - surgiram em função de inconvenientes das molas clássicas, tais como enferrujar, ranger e quebrar c om certa facilidade. Trata-se de uma barra, geralmente de seção circular ou em "V", com uma extremidade fixada ao chassi e a outra presa ao estriado do braço da roda – resultando, consequentemente, em torção. São compactas e pesam pouco. Por trabalharem submet idas a esforços de torção, devem possuir excelente acabamento superficial e de proteção contra corrosão, visando inibir possibilidades de rupturas.

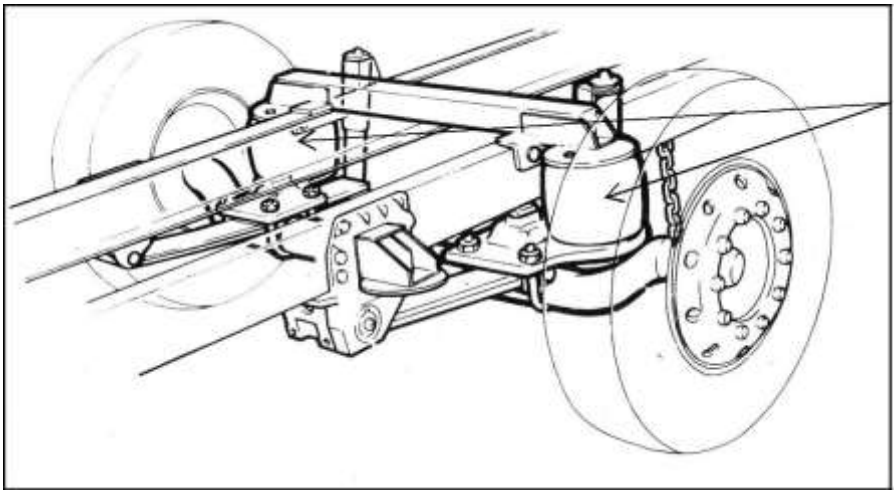


Com braços articulados oscilantes – utilizam braços incorporados ao eixo traseiro. Este tipo de suspensão é mais leve e ocupa menos espaço, também assegurando mais conforto e estabilidade. A desvantagem é que a sua construção é complexa, envolvendo um grande número de componentes fixos e móveis. Nos veículos de tração dianteira, a adoção de um eixo traseiro com corpo auto-estabilizante é largamente utilizada nos projetos mais modernos, incorporando um braço oscilante de articulação em cada lado, unidos por uma barra de torção transversal que é o próprio corpo do eixo.



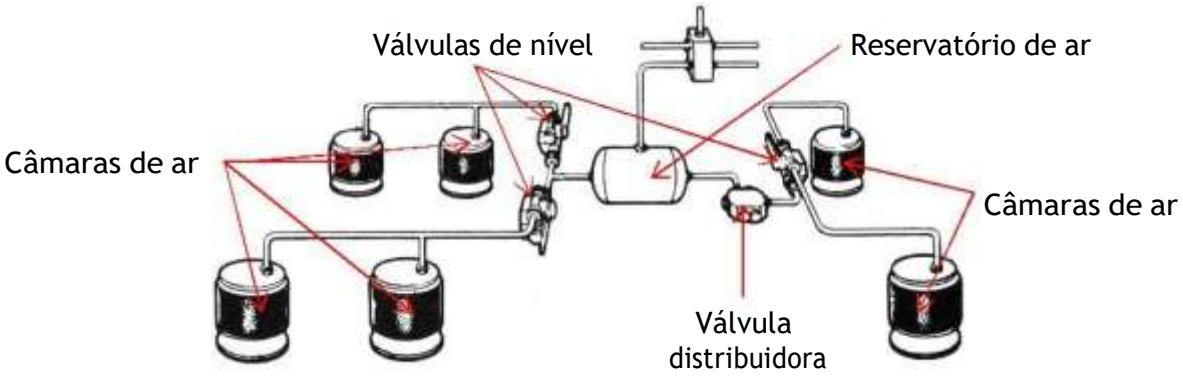
6) Suspensão pneumática

A suspensão pneumática em veículos pesados consiste de diversas câmaras de ar localizadas entre a suspensão e o conjunto da carro ceria. Estas câmaras absorvem as variações de altura do quadro da suspensão causadas pelas irregularidades da superfície da estrada e alterações da altura da carroceria, causadas por variações no número de passageiros e peso das cargas.



Câmaras de ar

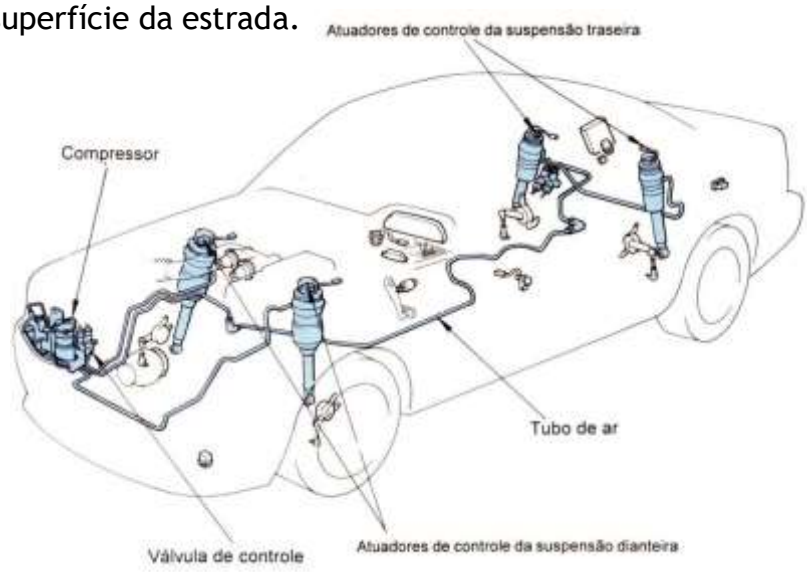
O circuito da suspensão pneumática é alimentado com ar comprimido do compressor. O emprego de uma válvula distribuidora permite que o ar seja tomado do circuito da suspensão ou dos freios para acionar as outras unid ades ou sistemas.



A deflexão do conjunto resulta em redução do volume de ar no interior das câmaras. Se a câmara for totalmente pressionada para baixo, devido a uma deflexão muito forte, o chassi encostará no batente de borracha no suporte da câmara.

O ar alimentado às câmaras é controlado por várias válvulas de nível. Sua posição possibilita-lhes sentir as modificações de altura entre a carroceria e a suspensão. Desta forma, elas podem controlar a circulação do ar para manter uma altura favorável entre a carroceria e a superfície da estrada.

Suspensão com molas pneumáticas e modulação eletrônica do Lexus LS 400 Toyota

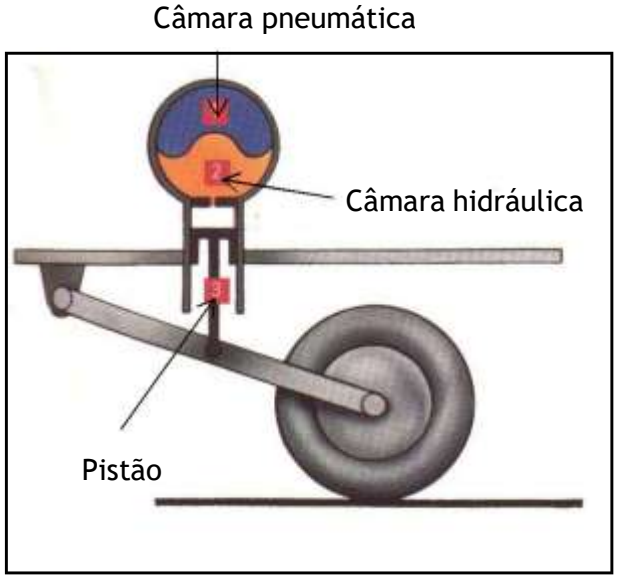


7) Suspensão hidropneumática

A suspensão hidropneumática usa uma combinação de componentes hidráulicos e pneumáticos em câmaras distintas.

Uma câmara de pressão variável, contendo nitrogênio, substitui as molas. A outra câmara, contendo óleo, recebe os movimentos da roda e transfere para as câmaras de gás, atuando também como amortecedor hidráulico.

Algumas destas suspensões são auto-reguladoras, permitindo o controle da altura do veículo em função das condições de



tráfego a serem encontradas.

Uma unidade de gerenciamento controla os elementos hidropneumáticos, respondendo aos movimentos da suspensão, aumentando ou diminuindo a pressão no amortecedor até que o veículo tenha restabelecido sua altura e inclinação ideal de tráfego.

g. Sistema de direção

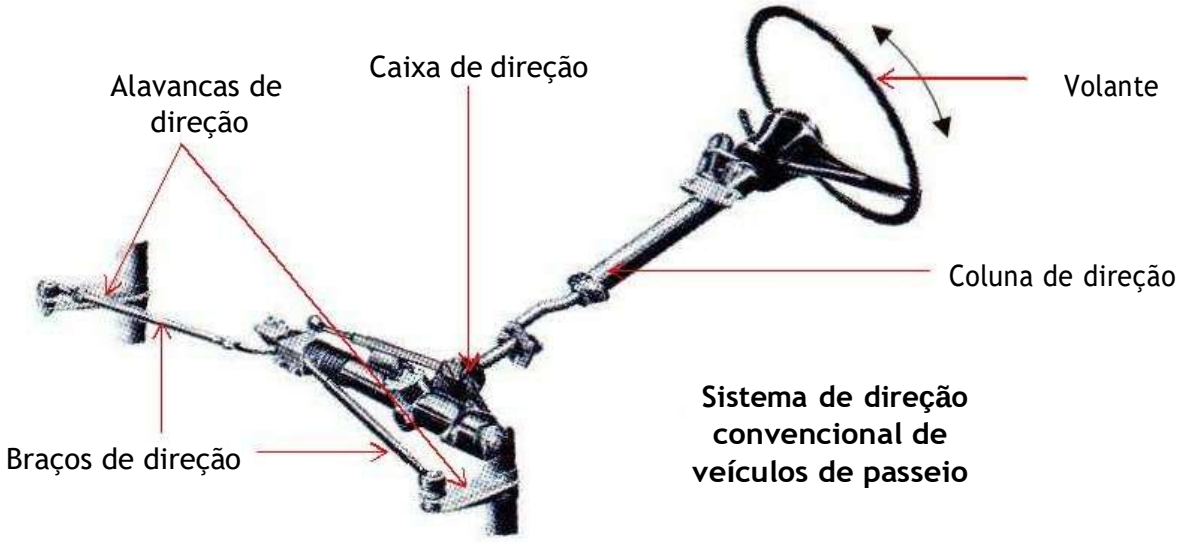
1) **Conceitos:** Para variar a direção de um veículo, durante o seu deslocamento, é preciso atuar nas rodas dianteiras, pois elas têm a possibilidade de modificar a sua posição transversalmente em relação ao veículo.

Este sistema de direção, no qual as rodas são monta das nas extremidades do eixo sobre pinos que as permitem girar, é chamado "Ackerman".

2) Componentes principais

Volante de direção
Coluna de direção
Caixa de direção
Braço de direção (braço Pitman)
Barras de ligação
Alavancas de direção (ou braços de direção)

Cada sistema de direção pode apresentar ausência ou presença de um ou outro componente e diferença de nomenclatura, de acordo com o tipo de estrutura e o fabricante.



Sistema de direção convencional de veículos de passeio

a) Volante

O volante de direção é o elemento que recebe os comandos rotativos direcionais do motorista e o transmite, através de uma árvore de t ransmissão (a coluna de direção), à caixa de direção.

b) Coluna de direção

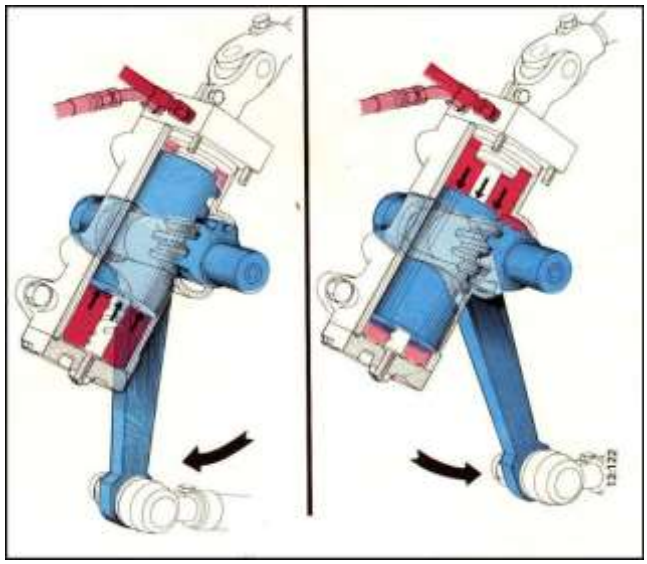
A coluna de direção pode ser dividida em várias par tes de modo a facilitar sua colocação entre os componentes que liga, não influe nciando no formato do veículo. A junção entre estas árvores é realizada, normalmente , por uma junta universal do tipo cruzeta.

c) Caixa de direção

A caixa de direção transforma o movimento rotativo do volante em movimento linear. Existem vários tipos de caixas de direção: parafuso sem fim e setor dentado; parafuso sem fim e bloco setor; pinhão e cremalheira; esferas circulantes etc.

As caixas de direção convencionais mais utilizadas em veículos leves e de passeio são as do tipo pinhão e cremalheira, por serem muito precisas, suaves e apresentarem reduzida necessidade de manutenção.

Caixas de direção com esferas circulantes são muito utilizadas por veículos de transporte de carga por serem capazes de operar forças maiores e também serem menos sensíveis a choques.



Caixa de direção hidráulica Scania

Estas utilizam uma corrente (fileira) de esferas para transmitir o movimento do volante de direção.

d) Braço de direção

O braço de direção faz a ligação entre a caixa e as alavancas de direção. Entre o braço e as alavancas pode existir uma barra de ligação. Nos veículos de carga equipados com direção hidráulica, o braço de direção é conhecido como "Braço Pitman".

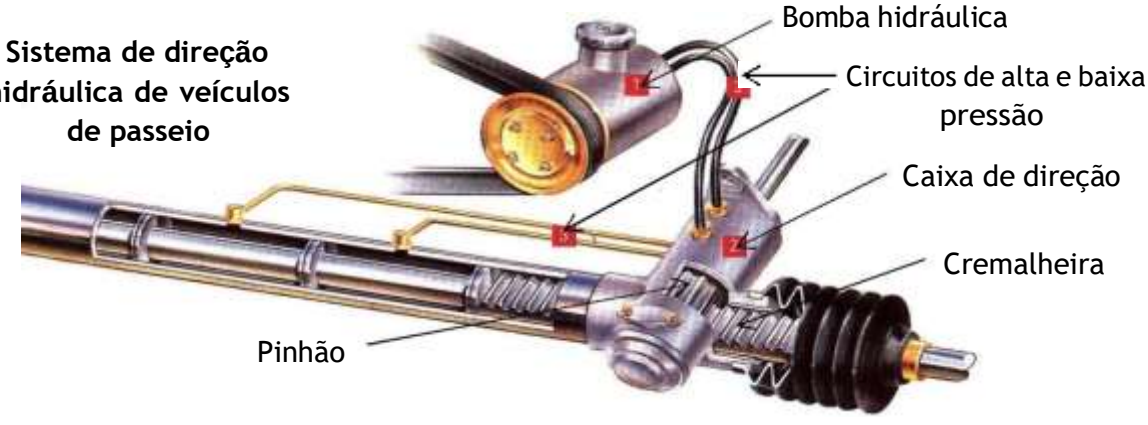
e) Barras de ligação

As barras de ligação servem para unir braços e alavancas do sistema de direção, modificando a direção do movimento.

f) Alavancas de direção

As alavancas de direção recebem o movimento final do sistema de direção, executando o esterçamento das rodas. Normalmente, apenas uma alavanca recebe o movimento que é transmitido à outra por uma barra de ligação. Nos veículos dotados de braço Pitman, alguns fabricantes também chamam as alavancas de direção de braços de direção.

Sistema de direção hidráulica de veículos de passeio



g) Direção servo-assistida hidraulicamente

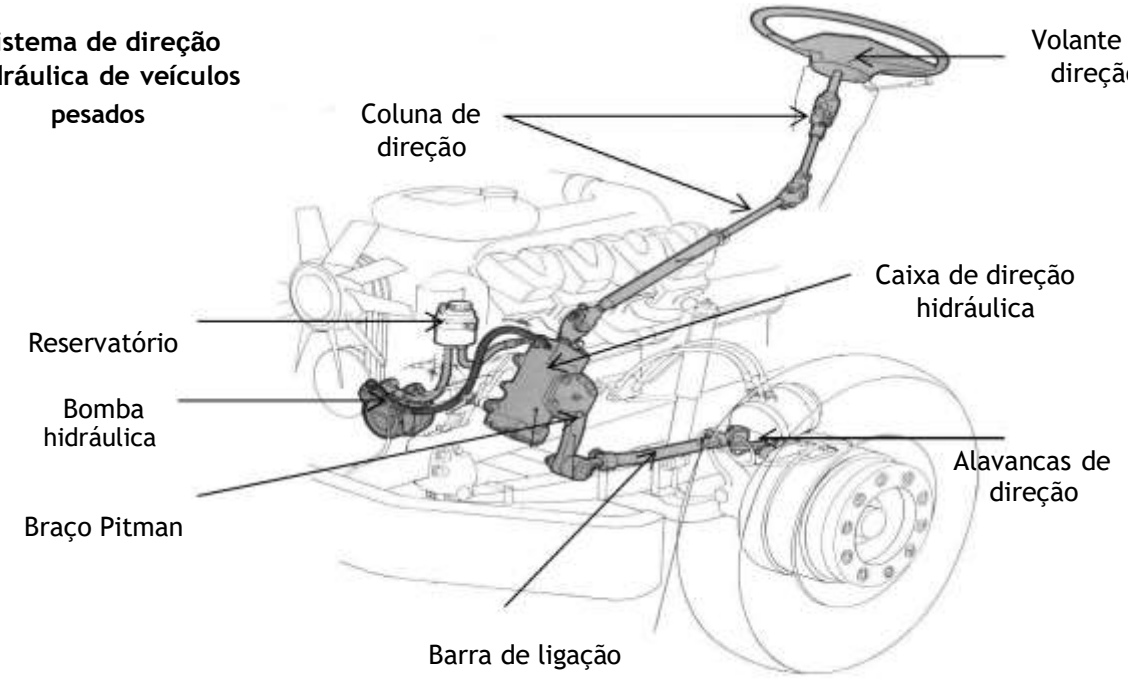
O sistema de direção hidráulica tem o objetivo de r eduzir o esforço do motorista, utilizando como força complementar a pressão hidráu lica gerada por uma bomba que é acionada pelo motor do veiculo.

O funcionamento nos automóveis de passeio é o seguinte: a bomba pressiona o fluido que move um pistão para um lado ou para o outro, de acordo com o movimento do volante. Se o carro está em linha reta, o fluido pa ssa por dois furos iguais e pressiona os dois lados do pistão, que não se move. Quando o mot orista gira o volante, uma válvula acionada pela coluna de direção abre um dos furos e fecha o outro. Então, o pistão se move no mesmo sentido do volante.

Os sistemas mais atuais são chamados de progressivo s porque proporcionam a diminuição do auxílio hidráulico em função da reduç ão do atrito do pneu com a estrada (aumento de velocidade), otimizando a sensibilidade do volante. Isso é conseguido através de um conjunto de válvulas que permitem mai or ou menor circulação do óleo hidráulico.

A bomba hidráulica é tocada pelo motor, normalmente , através de uma correia. Na verificação da tensão desta correia, bem como na su bstituição por uma nova, devem sempre ser seguidas as recomendações do fabricante.

Sistema de direção hidráulica de veículos pesados



h) Verificação do nível do fluido hidráulico

O sistema é dotado de um reservatório do fluido hidráulico, onde é realizada a verificação do nível e o recompletamento, se necessário. A verificação deve ser feita diariamente e com o veículo em local plano. Ao puxar a vareta, o nível deve estar entre as marcas máximo e mínimo. O manual do fabricante deve ser consultado sobre esses procedimentos.

Nos veículos pesados de carga, a verificação deve ser executada com o motor funcionando em marcha-lenta. Além disto, antes de se verificar o nível, deve-se esterçar o volante para ambos os lados, de batente a batente, com o motor funcionando.

Ao desligar o motor, o nível do fluido se eleva de 1 a 2 cm. Se o nível subir mais que 2 cm, há indícios da existência de ar no sistema, sen do necessário providenciar a sangria deste.

i) Geometria de direção

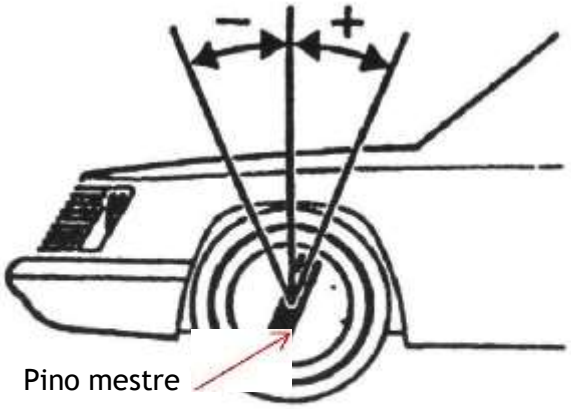
A geometria de direção consiste na combinação de ân gulos obtidos nas rodas que influem diretamente na dirigibilidade do veículo, proporcionando suavidade de tráfego, manutenção da trajetória, estabilidade em retas e curvas e a maior área de contato possível dos pneus com o solo, distribuindo igualmente as cargas aplicadas.

Alguns ângulos da geometria de direção se alteram c om o decorrer do tempo de utilização do veículo e o choque contra obstáculos e pisos irregulares, mas permitem a correção, retornando aos valores originais. A esta operação de corrigir os ângulos da geometria de direção damos o nome de alinhamento da direção ou alinhamento das rodas.

O desgaste irregular dos pneus pode indicar desalinhamento da geometria de direção ou problemas nas rodas (desbalanceadas ou empenadas), nos componentes da suspensão ou nos componentes dos freios. Por exempl o, um veículo que esteja com as buchas da suspensão gastas não proporciona um alinh amento correto.

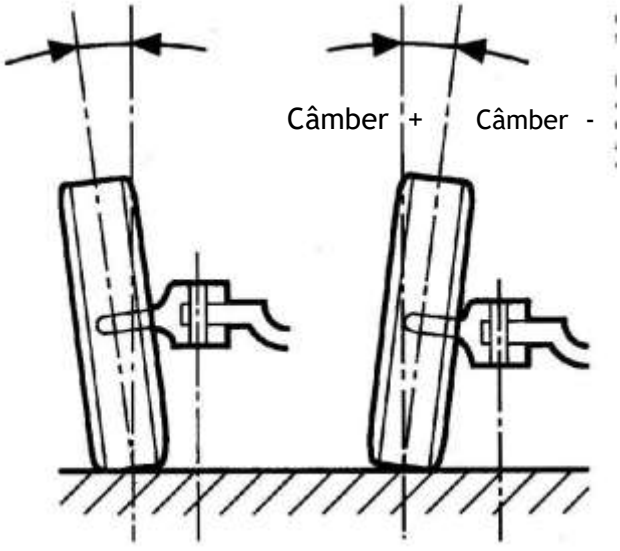
j) <u>Ângulos de direção:</u>

1º) Ângulo de cáster – é a inclinação do pino mestre (ou da linha imaginária que passa pelos pivôs) para trás ou para frente, no sentido longitudinal do veículo. Pode ser positivo, nulo ou negativo. Nos automóveis, normalmente, é positivo.



Suas funções: manter o veículo em linha reta; facilitar o retorno fácil do volante para a linha reta; e proporcionar estabilidade direcional. Também é conhecido por inclinação longitudinal do pino mestre.

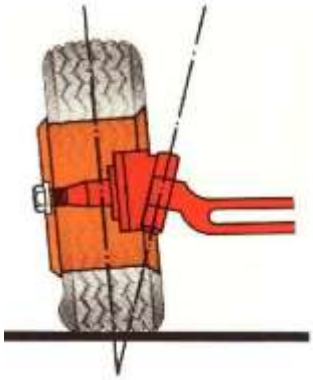
2º) Ângulo de câmber (cambagem) – é a inclinação da parte superior das rodas no sentido transversal do veículo em relação a linha vertical. Pode ser positivo, nulo ou negativo. Nos automóveis, normalmente, é positivo.

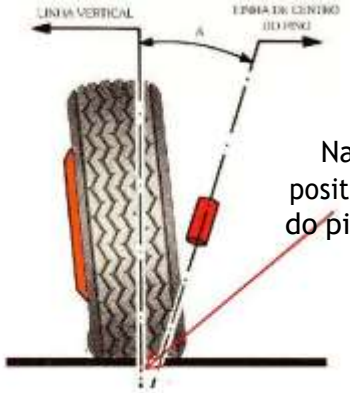


Suas funções: manter as rodas numa melhor posição de rodagem; transferir o peso do veículo para os rolamentos internos dos cubos das rodas; e oferecer menor resistência ao esterçamento das rodas dianteiras. Também é conhecido como inclinação da manga de eixo (ou da ponta de eixo ou da roda).

3º) Inclinação lateral do pino mestre – é a inclinação da parte superior do pino mestre para dentro do veículo, no sentido transversal. Pode ser positiva, nula ou negativa. Nos automóveis, normalmente, é positiva.

Suas funções: oferecer menor resistência ao esterça mento das rodas dianteiras; diminuição dos esforços mecânicos nos pinos e bucha s das mangas do eixo; e facilitar o retorno fácil do volante para a linha reta. Também é conhecida como “king pim”.

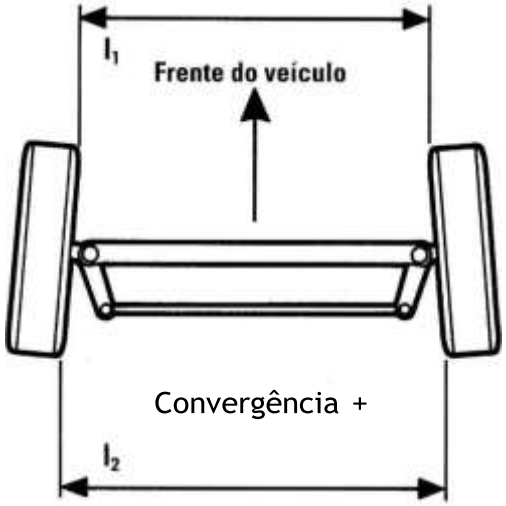




Na inclinação lateral positiva, a linha de centro do pino mestre não toca a linha vertical.

4º) Convergência – é a abertura da parte posterior das rodas dianteiras do veículo. Pode ser positiva, nula ou negativa. Nos automóveis com tração dianteira ela é normalmente negativa e nos automóveis com tração traseira ela é, via de regra, positiva.

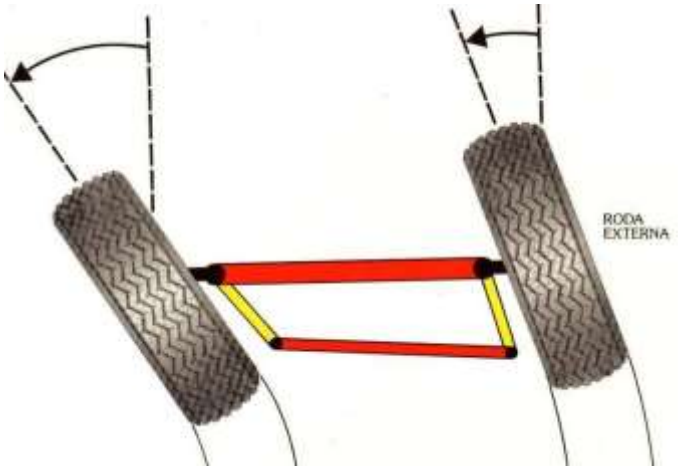
Suas funções: compensar a elasticidade do mecanismo de direção; manter as rodas numa melhor posição de rodagem; e corrigir o efeito desfavorável do câmber (com a cambagem, a projeção das rodas dianteiras no solo tem a forma cônica, fazendo estas tenderem a uma trajetória não retilínea). Também é conhecida como “toe in”.



5º) Quadrilátero de Ackermann – é a abertura da parte posterior das rodas dianteiras com giros diferentes quando o veículo efetua uma curva.

Sua função é evitar que, em curvas, a roda interna gire arrastando no solo. Também é conhecido como divergência nas curvas ou “toe out”.

Quadrilátero de Ackermann



h. Sistema de freio.

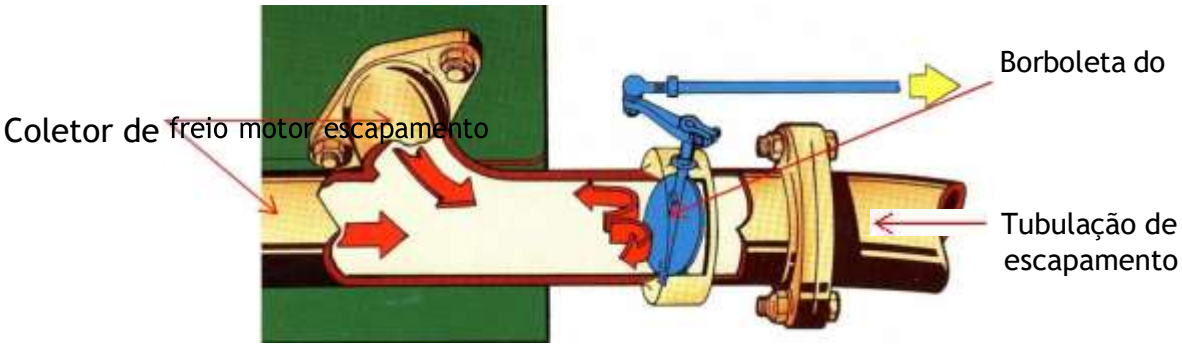
1) Tipos de freio quanto à finalidade

a) Freio de serviço – é o freio principal de qualquer veículo. Destina-se a diminuir a velocidade do veículo que está em movime nto. Pode ser utilizado também, momentaneamente, para imobilizar o automóvel em um aclive ou declive.

b) Freio de estacionamento – sua finalidade é a de imobilizar o veículo já es tacionado por um período longo de tempo, quando somente a força da gravidade atua sobre este. Pode ser utilizado também, em caso de emergência, p ara suprir a ausência do freio de serviço. Nos carros de passeio é conhecido como freio de mão. Sua atuação ocorre no mesmo mecanismo de travamento das rodas do freio de serviço, mas com outra forma de acionamento e, normalmente, nas rodas traseiras.

c) Freio motor – o freio motor é utilizado como mecanismo auxiliar do freio de serviço pois este, se for utilizado com constância durante um intervalo longo de tempo, perde sua eficiência ("fading" – fenômeno de perda do atrito entre as lonas de freio e o tambor, causado pelo aquecimento gerado por uso contínuo durante um longo intervalo de tempo).

A sua atuação ocorre na tubulação de escapamento do motor por obstrução parcial da saída dos gases através de uma borboleta. Ao ser fechada, os pistões encontram resistência para movimentar-se, "segurando" a árvor e de manivelas e, conseqüentemente o veículo. Nos dias atuais, seu acionamento é, normalmente, eletro-pneumático.

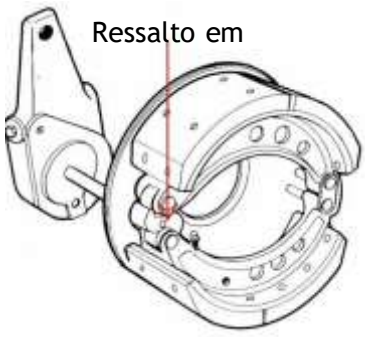


O freio motor é utilizado principalmente nos longos trechos em declive. Nos veículos de passeio, como não existe freio motor, utiliza-se a descida engrenado com uma marcha bastante reduzida.

2) Tipos de freio quanto à atuação nas rodas

a) Freio a tambor – o freio a tambor é uma unidade de expansão composta de duas sapatas de freio, que são pressionadas contra a parte interna do tambor por um êmbolo em um ou mais cilindros hidráulicos de frena gem na roda, ou por um ressalto em "S" acionado pneumaticamente, ambos fixados ao porta-sapatas.

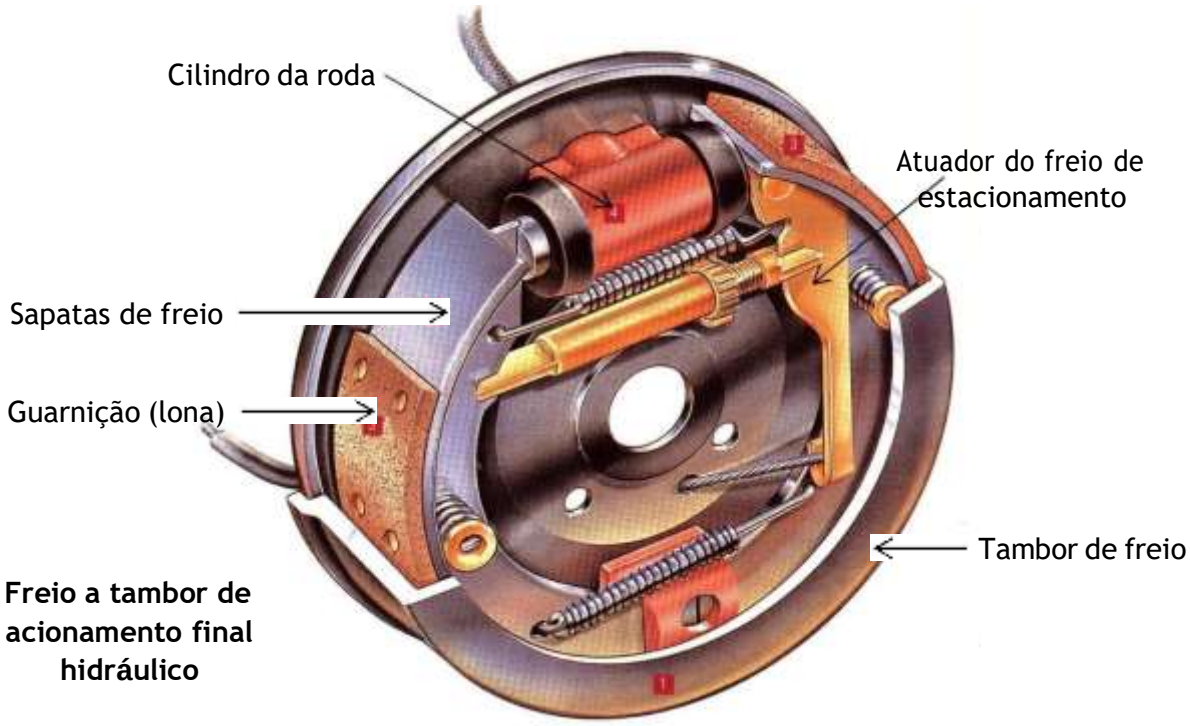
O cilindro hidráulico (ou o ressalto em "S") está l igado ao circuito de comando do freio por meio de tubulações. Para retornar à posição de repouso, as sapatas têm molas especiais.



Freio a tambor de acionamento final pneumátic

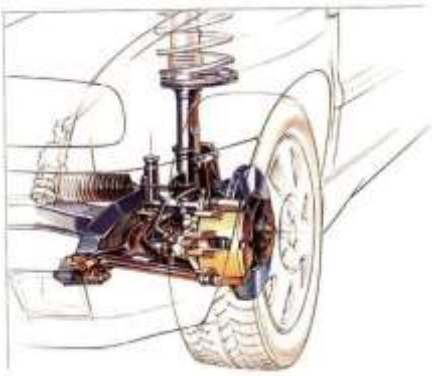
Nesse sistema, os elementos de atrito (guarnições de fricção denominadas lonas de freio) estão fixados nas sapatas e posicionados int ernamente ao tambor; portanto, não estão expostos a ventilação proporcionada pelo flux o de ar, como ocorre no freio a disco.

Em função destas características de trabalho, os freios a tambor são mais utilizados nas rodas traseiras, que trabalham menos numa frenagem.



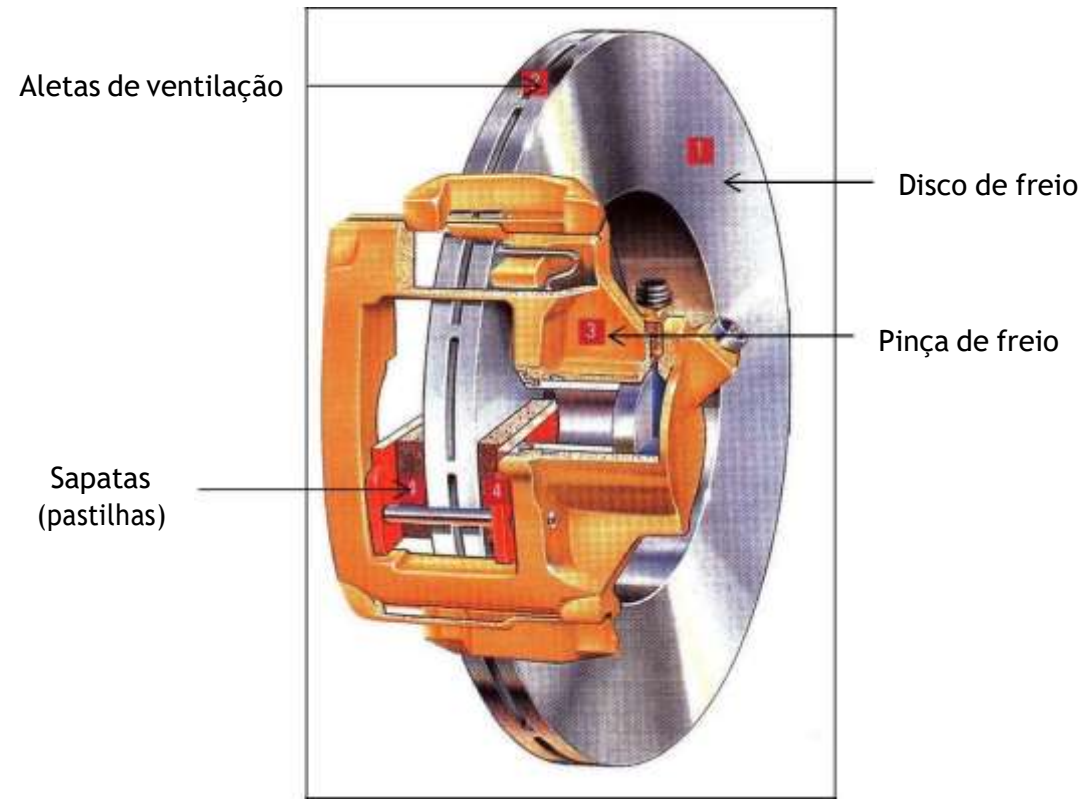
Freio a tambor de acionamento final hidráulico

b) Freio a disco – o freio a disco é uma unidade de alto desempenho que opera com segurança, por estar exposto diretamente ao ar atmosférico, facilitando a troca térmica e também a drenagem da água, mesmo nos dias de chuvas fortes. Por isso, o freio a disco substituiu o freio a tambor nas rodas dianteiras e, em diversos modelos, nas traseiras também.



A pinça de freio a disco possui um êmbolo que recebe o esforço de frenagem aplicado no pedal do freio e comprime fortemente sua pastilha contra o disco ligado à roda. A pinça pode ser fixa (flutuante) ou de duplo efeito e, neste caso, pode possuir dois ou quatro pequenos pistões oposto s.

Nos veículos com motores de potência elevada ou de características esportivas, a temperatura dos discos de freio pode chegar até a 500 ºC. Para otimizar seu arrefecimento nestas condições, os discos de freios dianteiros possuem aletas que permitem a circulação do ar entre suas faces. Alguns modelos podem ainda utilizar um "design" de rodas que favorece ainda mais o fluxo de ar para os elementos de atrito.



Freio a disco

3) Tipos de freio de serviço quanto ao acionamento

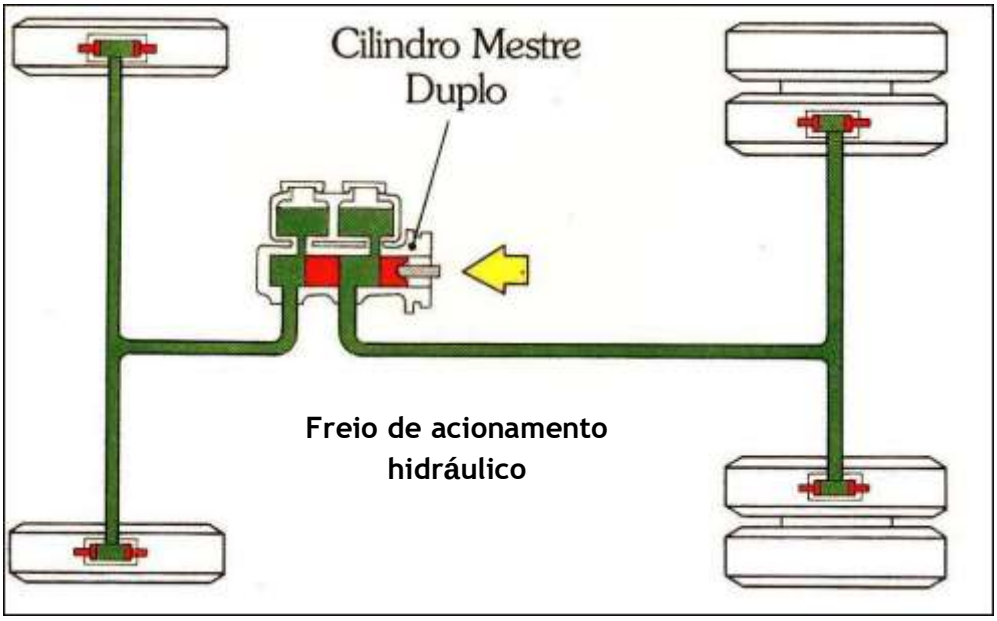
a) Mecânico – foi o primeiro tipo de acionamento do sistema de freio. Teve que ser suplantado pois, com o aumento da velocidade dos veículos, já no início do século, a força de aplicação no pedal necessária para o motor ista parar um veículo leve, em velocidade considerável, era impraticável. Baseava- se no princípio da alavanca.

b) Hidráulico – segundo tipo de acionamento desenvolvido; conseguiu reduzir a força de aplicação em até 50 vezes, mas ainda mostrou-se incapaz de proporcionar total segurança para os veículos leves atuais e suas velocidades.

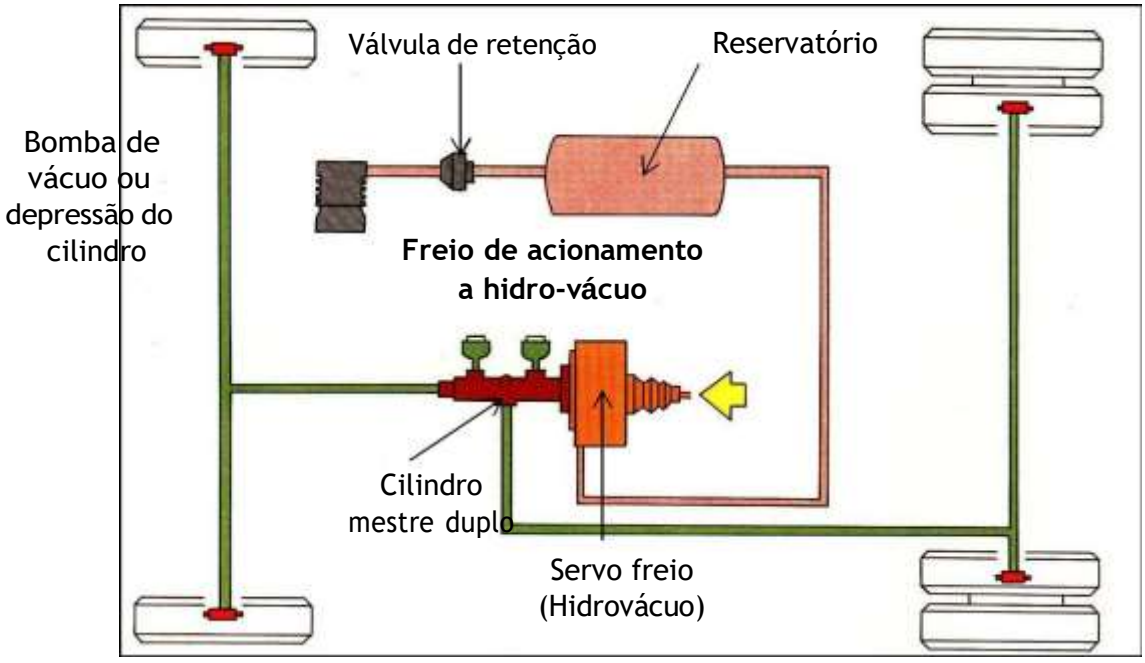
A força de aplicação é multiplicada para os cilindros das rodas mediante pressão hidráulica. Esta multiplicação acontece em um compo nente denominado cilindro mestre, que pode ser simples ou duplo. No cilindro mestre duplo, por razões de segurança, o sistema é dividido em dois circuitos separados, onde duas rodas são freadas independentemente das outras duas. A disposição mais freqüente é a de "duplo circuito em diagonal". Caso um dos circuitos falhe (vazamentos, por exemplo) o outro assegura a eficiência dos freios em 50%.

O fluido de freio precisa atender às severas exigên cias de trabalho dos sistemas. Como o fluido é o elemento de transmissão de energia mecânica, deve ser altamente incompressível para que transmita instantaneamente a pressão a qual é submetido. Também não deve entrar em combustão ou ebulição qua ndo submetido a altas temperaturas. Como o fluido de freio é higroscópico (absorve a umidade do ar), deve ser substituído regularmente, já que a água reduz seu p onto de ebulição e provoca corrosão nos componentes. Para tanto, é necessário seguir a recomendação do fabricante. Na ausência destas, em regiões de umidade alta, deve-s e trocar o fluido no mínimo uma vez ao ano.

Como o sistema se baseia na incompressibilidade dos fluidos, a presença de ar é altamente prejudicial, sendo normalmente caracterizada pelo pedal "elástico". Para sanar esse problema, é realizada a "sangria", que é feita de forma semelhante àquela do sistema de alimentação diesel: abrem-se os parafusos de sangria nas rodas e calca-se o pedal do freio, fazendo com que o fluido mine por estes parafusos. Quando o fluido sair sem bolhas de ar é porque o sistema está "limpo".



c) Hidráulico, servo-assistido a vácuo – neste sistema, utilizado em larga escala nos carros de passeio e em veículos leves, a força de aplicação é bastante reduzida. O motorista, ao pisar no pedal do freio, irá acionar um cilindro de vácuo (hidrovácuo ou servo-freio) que utilizará a depressão existente no coletor de admissão do motor como força para acionar o pistão do cilindro mestre hidráulico. É por isso que, ao desligarmos o motor de um carro, seu freio necessita de maior força para ser acionado.

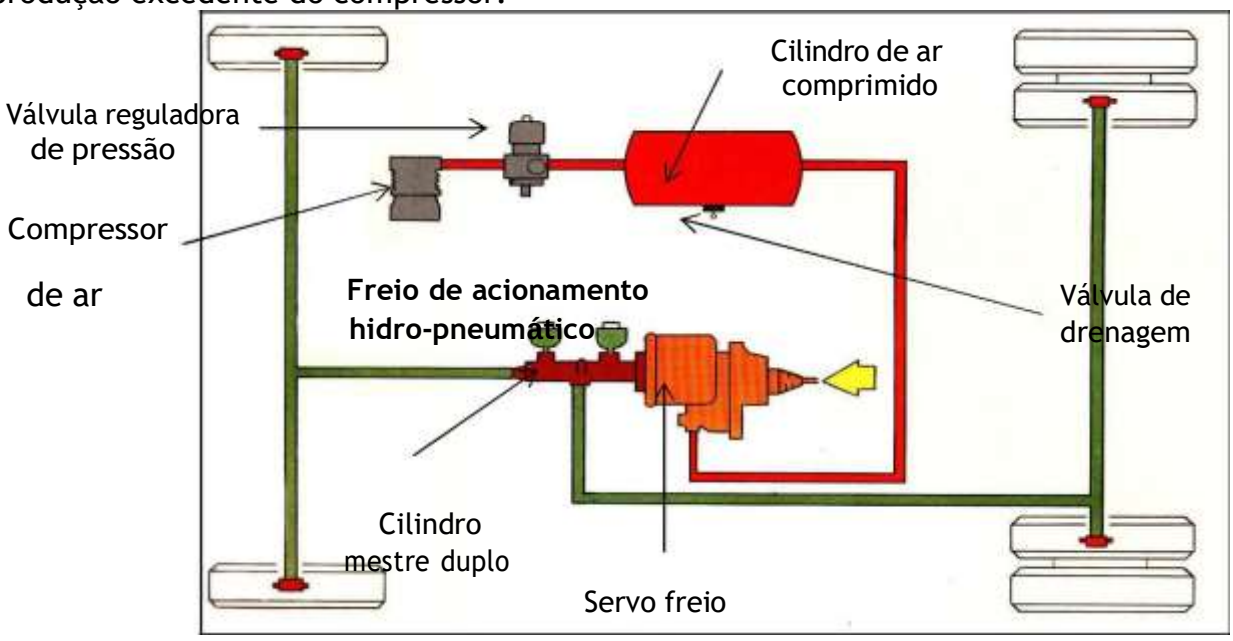


Nos veículos equipados com turbocompressor, a depressão existente no coletor de

admissão é insuficiente para qualquer acionamento eficiente dos freios. Utiliza-se então uma bomba de vácuo acionada pelo motor para suprir esta deficiência.

d) Hidráulico, servo-assistido pneumaticamente – neste outro sistema híbrido, o motorista, ao pisar no pedal do freio (que é uma vá lvula pneumática), irá liberar a pressão de ar comprimido existente em um reservatório e esta, por sua vez, acionará o pistão do cilindro mestre hidráulico. A partir daí, ocorre a mesma coisa que no freio hidráulico.

O ar comprimido do reservatório é obtido através deum compressor de ar movido pelo motor de combustão. A válvula reguladora de pr essão é encarregada de manter, em um valor determinado, a pressão do reservatório, descarregando para a atmosfera a produção excedente do compressor.

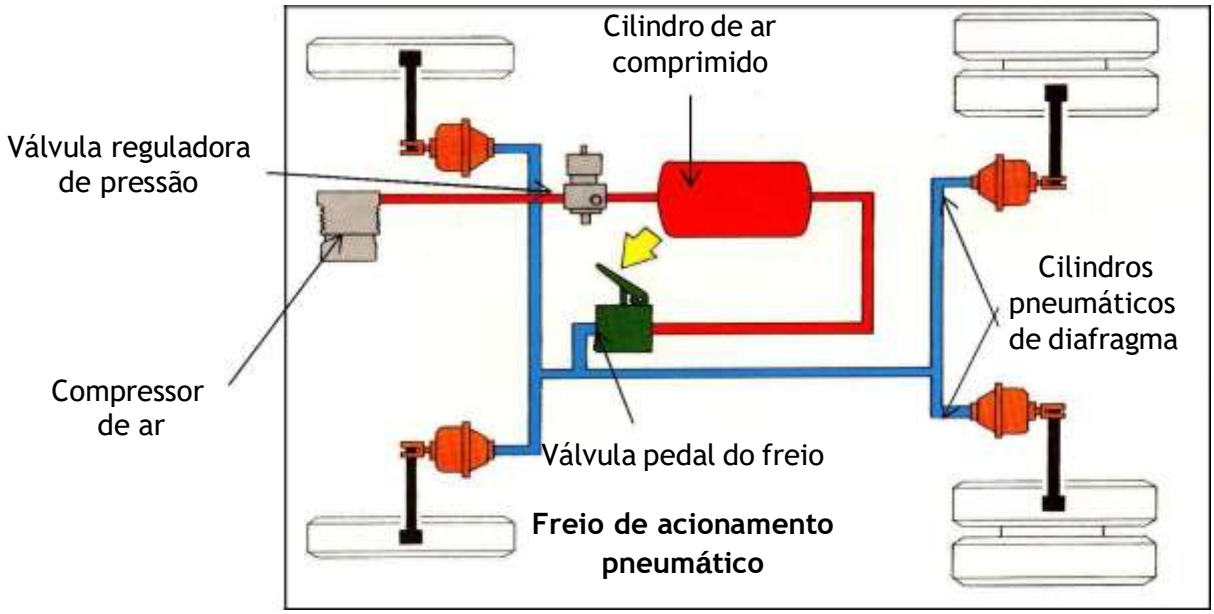


e) Pneumático – este sistema é o mais utilizado pelos veículos pesados de carga, pois o motorista pode aplicar grandes forças de ar comprimido (entre 6 e 10 bar de pressão) ao pisar no pedal de freio.

O funcionamento é similar ao anterior, com a diferença de que não há mecanismo hidráulico. A pressão de ar comprimido liberada do reservatório é transmitida para as câmaras pneumáticas de diafragma (cilindros ou câma ra dos freios, mais conhecidas como “cuícas”). Estas têm a função de converter est a pressão em movimento e força, os quais são então aplicados à alavanca ajustadora que gira o eixo excêntrico, acionando as sapatas.

O acúmulo de umidade (água) em qualquer reservatóri o (cilindro) de ar comprimido ocorre naturalmente e é prejudicial, pois compromete a eficiência e a durabilidade, oxidando os seus componentes. Para eliminar esta umidade, existe um dreno (válvula de drenagem), que pode ser de acionamento automático o u manual. Caso seja manual, o motorista não deve esquecer de drenar a água acumul ada, diariamente.

O ar comprimido nos reservatórios pode, se houver vazamentos ou o veículo passar muito tempo com o motor desligado, ser liberado para a atmosfera, perdendo pressão. Portanto, antes do motorista sair com o veículo, deve ligar o motor e esperar que a pressão atinja o valor mínimo necessário para o sis tema conseguir frenar o veículo, caso necessário.

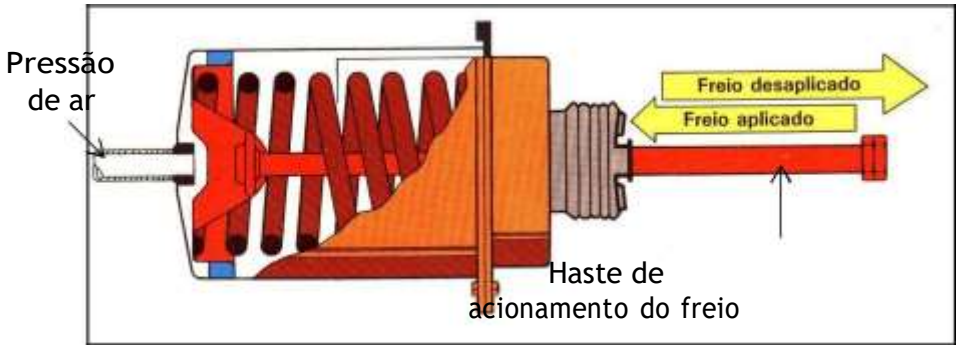


4) Freio de estacionamento por mola acumuladora (“T hree stop”)

Atualmente, o freio de estacionamento nos veículos pesados, cujo freio de serviço é de acionamento pneumático ou hidro-pneumático, é re alizado por mola acumuladora.

Este tipo de freio de estacionamento é aplicado por uma mola helicoidal extremamente forte, situada dentro das câmaras pneu máticas traseiras, que movimenta as sapatas e suas lonas de encontro ao tambor da roda. Para desaplicar o freio de estacionamento é utilizado o circuito pneumático; e sse comprime a mola acumuladora através de um diafragma, o qual recebe a pressão do ar comprimido, liberando o tambor e conseqüentemente as rodas para girar.

A vantagem é que, se por algum motivo houver vazamentos e faltar pressão de frenagem no circuito, a mola acumuladora será liber ada, imobilizando o veículo. Da mesma forma, o veículo fica imobilizado no solo até que o circuito tenha pressão de ar suficiente para desaplicar o freio de estacionamento e também, se necessário, utilizar o freio de serviço.



Freio de estacionamento por mola acumuladora (veículos pesados)

5) Freio ABS

O ABS (“Anti-lock Breaking System”) é um sistema de freios desenvolvido para evitar o travamento das rodas nas freadas bruscas em velocidade.

Sensores fixados em cada uma das rodas monitoram os pneumáticos e enviam sinais eletrônicos para um módulo de comando computadorizado que gerencia a unidade hidráulica. Esta, por sua vez, é quem pressuriza os circuitos independentes, frenando mais ou menos cada uma das rodas.

Caso ocorra uma freada violenta, e o motorista venha a aplicar tamanha pressão no pedal que as rodas tendam a ser bloqueadas, o módulo mantém a pressão sobre a(s) roda(s) prestes a travar(em). Este módulo de comando possui, gravado em sua memória, parâmetros de desaceleração e deslizamento. Se, ape sar de mantida a pressão de frenagem, a iminência do bloqueio continua, esta pr essão é então reduzida.

Com as rodas desbloqueadas, mas girando o mínimo possível, o carro permanece sob controle e tem menos possibilidade de derrapar ou deslizar, até em pisos de pouca aderência: água, neve, cascalho etc.

i. Sistema de alimentação (ciclo Otto e Diesel)

É um conjunto de órgãos responsáveis pelo armazenamento, pela condução do combustível, pela filtragem e preparação da mistura ar-combustível. É constituído pelos seguintes elementos:

Reservatório de combustível
Cânister (ciclo Otto)
Bomba de combustível (ciclo Otto) ou bomba alimentadora (ciclo Diesel)
Filtro de combustível
Carburador / injeção eletrônica (ciclo Otto) ou bomba injetora (ciclo Diesel)
Bico injetor (ciclo Diesel)
Filtro de ar
Tubulações rígidas e flexíveis Acessórios

2) Funcionamento do sistema

O combustível, que se encontra em repouso no reservatório, é succionado (aspirado) através das tubulações, por ação do elemento de sucção. Este elemento de sucção é, no ciclo Otto, a bomba de combustível e, no ciclo Diesel, a bomba alimentadora.

Nos motores mais antigos, a bomba de combustível era acionada pela árvore de comando de válvulas, ficando assim junto ao bloco d o motor. As atuais são elétricas e localizam-se dentro do reservatório de combustível. A bomba alimentadora é acionada pelo eixo de comando da bomba injetora ou pela árvo re comando de válvulas.

Do reservatório, o combustível chega (no ciclo Otto convencional) ao carburador, passando anteriormente pelo filtro e bomba de combustível. No interior do carburador, o combustível mistura-se ao ar em partes proporcionais, elaborando-se, nesse órgão, a mistura ar-combustível a ser introduzida no interior do cilindro. O ar atmosférico chega ao carburador, passando pelo filtro de ar; sua velocidade é tanto maior quanto mais elevada for a depressão do cilindro que o está recebendo.

Nos motores ciclo Otto equipados com injeção eletrônica, o combustível sugado do reservatório é lançado no coletor de admissão pela válvula injetora (ou injetor), sob o gerenciamento da unidade de comando eletrônica (também chamada de centralina). No coletor de admissão, o combustível mistura-se ao ar atmosférico e fica à disposição do cilindro.

2) Reservatório de combustível

É o depósito em que se transporta o combustível. Antigamente, era confeccionado em folha estanhada, sendo que, atualmente, são feitos de material plástico.

As vantagens do reservatório em plástico são:

Menor peso

Não oxidam

Podem ser moldados em formas complexas

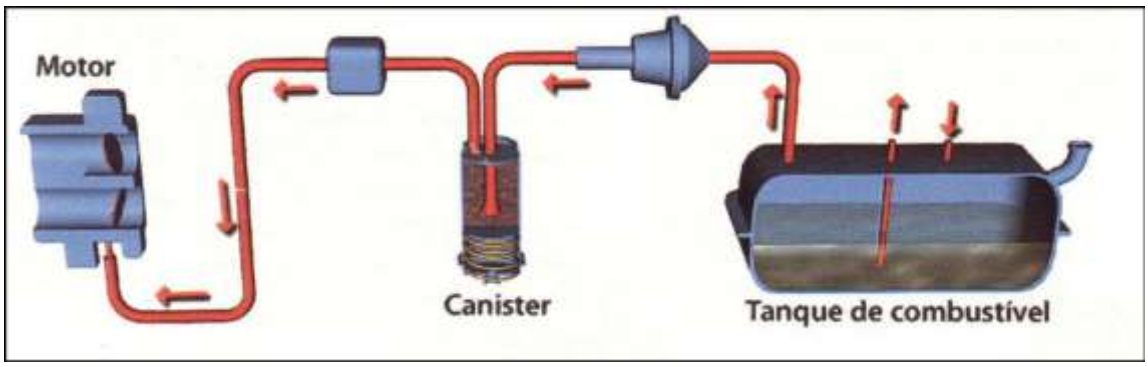
Ausência de vazamentos

Ele deve ser perfeitamente estanque e dispor de uma capacidade suficiente para dar ao automóvel um raio de ação satisfatória. O reservatório dispõe de aberturas para introdução e saída do combustível e sangria (dreno) deste. Com a finalidade de evitar altas pressões em seu interior, também possui um su spiro (ladrão). Em seu interior, encontramos um dispositivo elétrico (antigamente mecânico) para indicar o nível do combustível.

Observação: não se deve tentar soldar os reservatórios de combustível fabricados em material metálico, mesmo que esteja sem combustível há bastante tempo, pois há o risco de explosão. Algumas empresas são especializadas ne ste tipo de operação.

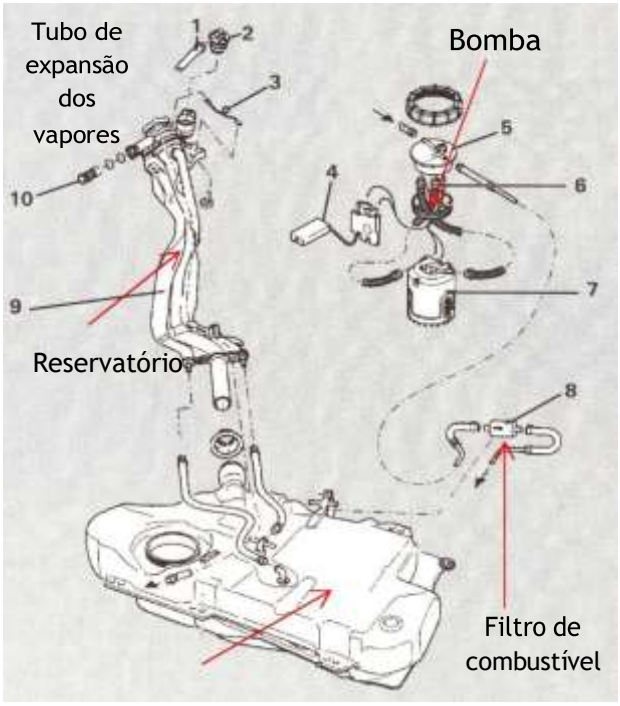
3) Cânister (ciclo Otto)

O combustível dos veículos, principalmente a gasolina e o álcool, tem uma tendência a evaporar. A 30 ºC, a perda já é de 2%. Para recup erar o gás evaporado e não deixar que ele polua a atmosfera, foi criado o cânister (r eservatório, em inglês), um filtro de carvão ativado que armazena o vapor de combustível e o direciona para o motor, onde será aproveitado.



Este filtro está ligado ao reservatório de combustível por um cano, o mesmo usado para circulação de ar (respiro). Os gases evaporados passam pela tubulação e são absorvidos pelos grãos de carvão ativado; depois se rão conduzidos ao interior dos

cilindros para serem queimados durante a combustão.



4) Bomba de combustível (ciclo Otto)

A bomba de combustível tem a função de levar o combustível do reservatório ao carburador (ciclo Otto convencional) ou aos injetores (ciclo Otto com injeção eletrônica).

Nos motores antigos, ela é mecânica, sendo acionada por um ressalto da árvore comando de válvulas.

Nos veículos com injeção eletrônica, a bomba é elétrica, localizando-se normalmente no interior do reservatório de combustível. Ao girarmos o 1º estágio da chave de ignição, ela já pressuriza o sistema de alimentação, deixando a gasolina ou álcool à disposição dos injetores. Deve-se evitar fazê-la trabalhar sem combustível, pois este é responsável pela lubrificação e arrefecimento da bomba.

5) Bomba alimentadora (ciclo Diesel convencional)

A bomba alimentadora tem a função de levar o combustível do reservatório à bomba injetora no ciclo Diesel. Normalmente ela é mecânica, sendo acionada por um ressalto do eixo de comando da bomba injetora (mais comum) ou pela árvore comando de válvulas. Pode, portanto, ser construída em vários locais no motor.

Exemplo de bomba Alimentadora

6) Sangria do sistema de alimentação ciclo Diesel

Os veículos ciclo Diesel devem trabalhar com o combustível totalmente isento de ar, pois esta contaminação provocará o mau ou o não funcionamento do motor. As entradas de ar podem ocorrer quando o veículo fica muito tempo parado, quando há algum componente com defeito, quando se troca algum componente do sistema etc.

Para eliminar a presença do ar, executa-se uma operação denominada “sangria do sistema de alimentação”, que consiste, basicamente, nos seguintes passos:

1º) Abra o(s) parafuso(s) de sangria, que estão locali zados, normalmente, no(s) filtro(s) de combustível – consulte o manual para saber sua localização;

2º) Libere a haste de acionamento manual da bomba alimentadora, de forma que o combustível possa circular por ação do operador;

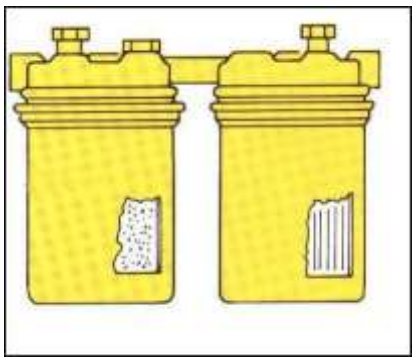
3º) Bombeie seguidamente até que flua combustível livre de bolhas de ar pelo(s) parafuso(s) de sangria.

4º) Feche o(s) parafuso(s) de sangria;

5º) Trave a haste de acionamento manual da bomba alimentadora.

6º) Ligue o motor e verifique a estanqueidade.

7) Filtro de combustível



Filtros de combustível diesel

Os combustíveis líquidos encerram, normalmente, algumas impurezas nocivas ao funcionamento dos órgãos de alimentação. A mais prejudicial delas, a água, não se mistura com o combustível, por ser mais densa, empobrecendo a mistura. Isso pode levar à interrupção do funcionamento do motor, além de aumentar a possibilidade de ocorrer o congelamento.

As outras impurezas mais freqüentes ali encontradas são as partículas de filtro (provenientes das filtragens nas refinarias), limalhas e óxido de cobre (da tubulação de alimentação).

Ambas são capazes de obstruir a circulação de combu stível. Para eliminá-las, é necessário intercalar um ou mais filtros na tubulação de alimentação, do reservatório ao carburador / injetores (ciclo Otto) ou do reservatório à bomba injetora (ciclo Diesel).

8) Carburador (ciclo Otto convencional)

O carburador processa a mistura ar-combustível, conforme as várias condições de funcionamento do motor, podendo ser:

rica (mais que 1 parte de gasolina para 14,7 de ar), para inicio do movimento;

menos rica, para baixas velocidades e marcha lenta;

pobre (menos que 1 para 14,7), para velocidade moderadas;

mais rica, para altas velocidades.

Apesar de estar em processo de extinção, ainda existem milhares de veículos rodando com este componente, que é da maior importâ ncia para o sistema de alimentação do ciclo Otto convencional. Será alvo, portanto, de um estudo mais pormenorizado.

Seu maior objetivo é preparar a mistura de ar com a gasolina pulverizada, em proporção tal que sua inflamação por uma centelha resulte numa combustão tão rápida que pareça quase instantânea.

- Funções do Carburador

Para atender a diversas circunstâncias, tais como a s variações de carga e as variações de velocidade, o carburador moderno deve executar as seguintes funções:

Vaporizadora
Misturadora
Dosadora
Reguladora ou comando de aceleração

a) Função vaporizadora

Consiste em vaporizar a mistura. Ela tem por finalidade fazer com que o combustível, admitido sob forma de pequenas partículas, permita maior homogeneidade à mistura.

Para se obter esse resultado, tem-se utilizado três recursos, normalmente empregados em conjunto, que são: pulverização, depr essão e aquecimento.

Obtêm-se pulverização fazendo o combustível bater c ontra obstáculos encontrado no interior do carburador (borboleta, cotovelos etc).

A física ensina que se intensifica a evaporação de um líquido reduzindo a pressão sobre sua superfície. A aspiração dos cilin dros produz no coletor de admissão uma forte depressão. Esse efeito é obtido através da aceleração do ar que passa no

interior do carburador por meio de um regulamento (difusor) e a intensidade da depressão varia com a velocidade de rotação do motor.

Sabemos que os líquidos, quando aquecidos, aumentam sua velocidade de evaporação. Desta forma, procura-se obter esse efeito, seja aquecendo o ar que entra no carburador (processo pouco usado), seja aquecendo o combustível. Isso é obtido através da aproximação da tubulação de alimentação do colet or de escapamento.

b) Função misturadora

Para que a combustão seja perfeita, é indispensável que a mistura seja homogênea, isto é, que apresente a mesma composição em todos os pontos, qualquer que seja a fração considerada.

Os fatores que favorecem esta homogeneidade são: va porização, agitação da mistura e velocidade de difusão dos gases.

A vaporização já foi estudada. Passaremos aos fator es seguintes.

A agitação tem início no difusor, prossegue na passagens pelos dispositivos de comando, cotovelos e obstáculos do tubo de admissão e se completa no interior dos cilindros, durante a admissão e compressão.

A difusão é a mistura espontânea dos gases. Sua vel ocidade varia com a natureza destes e aumenta com a temperatura. Para que seja completa, a difusão requer um certo tempo, razão pela qual não se pode encurtar demasia do o percurso da mistura até os cilindros .

c) Função dosadora

A combustão nada mais é que uma reação química, con sistindo na oxigenação viva do combustível. Chama-se equação de combustão a pro porção de peso segundo a qual determinado combustível e ar devem ser misturados para se ter uma combustão completa. Para as gasolinas, seu valor médio é de 1 para 14,7 (quatorze vírgula sete).

Para que a combustão seja rápida e completa, o comb ustível deve ser totalmente vaporizado antes do momento da inflamação e misturado com o ar de uma maneira perfeitamente homogênea.

A relação de 1 para 14,7, anteriormente citada, varia de acordo com a velocidade de funcionamento do motor, uma vez que a vaporização e homogeneidade aumentam com a velocidade de rotação do motor. Conseqüenteme nte, teremos problemas de dosagem, tanto em marcha lenta (baixa velocidade) quanto em marcha normal (médias e altas velocidades).

O carburador, por sua vez, possui dispositivos que vão realizar essa dosagem, conforme o regime do trabalho.

d) Função reguladora ou de comando de aceleração

A maior ou menor quantidade de mistura fornecida aos cilindros influencia no aumento ou diminuição da pressão média exercida pel o gás inflamado sobre os êmbolos e, conseqüentemente, num maior ou menor esforço motor aplicado à árvore de manivelas.

Dependendo da variação do esforço motor, haverá ace leração ou retardamento na velocidade de rotação da árvore de manivelas.

O meio utilizado para regular a rotação é a regulação do enchimento dos cilindros, que vem a ser a função de comando da aceleração do carburador.

2) Princípio de Funcionamento

Toda corrente de ar que passa tangenciando o orifício de um tubo submerso,

provoca uma sucção; o líquido sobe e é lançado pulverizado no ar.

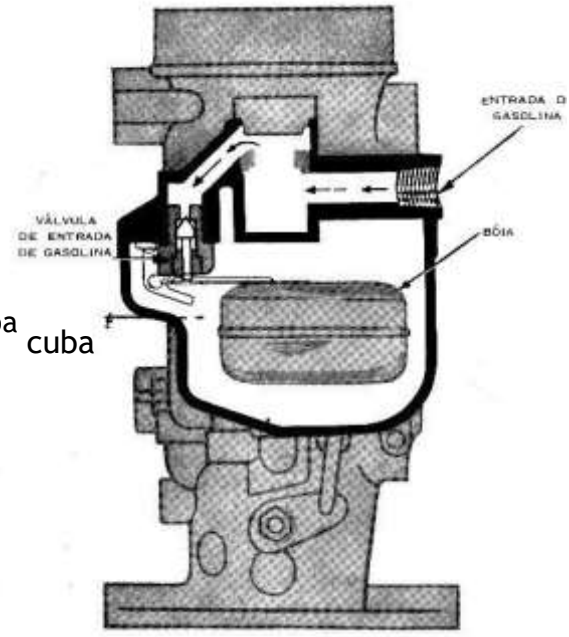
Nos carburadores, esta corrente é produzida pela descida dos êmbolos (pistões) nos cilindros, durante o 1º tempo (admissão). Ela p rovoca uma depressão no coletor de admissão, fazendo com que um determinado volume de ar atmosférico seja succionado e passe com determinada velocidade na extremidade de um pequeno tubo (pulverizador com calibre), o qual se acha ligado a um reservatório contendo combustível (cuba).

3) Dispositivos do carburador

a) Dispositivo de cuba de nível constante A função deste sistema é manter constante o nível de combustível dentro da cuba de modo a proporcionar todas as condições de funcionamento do motor.

Ele é composto da cuba, da bóia e da válvula estilete (com seu corpo e agulha).

O combustível chega ao carburador sob pressão, enviado pela bomba de combustível, e entra na cuba através da uma válvula de agulha.



Cuba de nível constante

À medida que o combustível vai entrando e enchendo a cuba, a bóia vai subindo e empurrando a agulha até que, num certo ponto, a agulha fecha a passagem e impede a entrada de mais combustível.

Quando o nível de combustível desce, devido ao consumo do motor, a bóia também desce e liberta a agulha, que abre a passagem, permitindo que entre mais combustível, a fim de manter o nível constante na cuba. Embora pareça que a bóia fique subindo e descendo dentro da cuba, na verdade o que acontece não é bem isso, pois a bóia tende a ficar parada numa posição que depende do consumo do motor, isto é, quanto mais combustível o motor consumir, mais baixa será a posição em que a bóia d everá ficar para poder entrar a mesma quantidade que sair.

b) Dispositivo de comando de aceleração

É o dispositivo que comanda a abertura da válvula borboleta do acelerador, fazendo variar a quantidade de mistura que entra no coletor de admissão. É o próprio motorista quem o controla através do pedal do acelerador, o qual está ligado por um cabo de aço à borboleta.

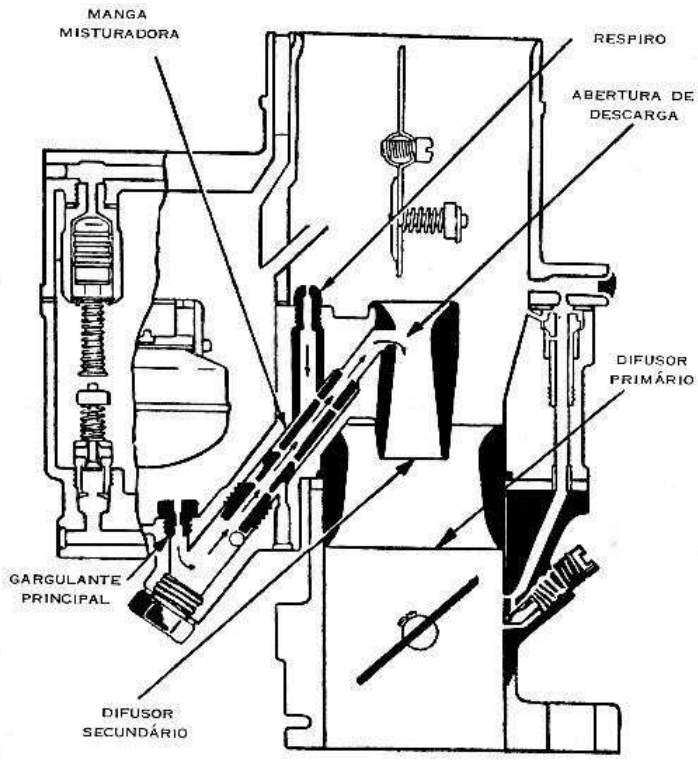
c) Dispositivo principal

É formado pelos seguintes componentes: um pulverizador principal (manga ou tubo misturador), um difusor primário e um secundário (v enturi) e um sangrador.

O ar que passa provoca uma diferença de pressão no difusor, a qual provoca a saída de gasolina pelo pulverizador.

Para alimentar o motor nas rotações mais altas, a quantidade de combustível que o sistema de marcha lenta pode oferecer é insuficiente (quando se fala em rotações mais altas, entenda-se marchas normais do carro, com o acelerador de ¼ a ¾ do seu curso).

Dispositivo principal



Nesta situação passa a funcionar o dispositivo principal, cujo funcionamento é o seguinte:

O ar passas pelos difusores e suga combustível da cuba através do tubo misturador.

O combustível, depois de sair da cuba, atravessa o gargulante principal, que controla sua quantidade.

O combustível sobe, inclinadamente, pelo tubo misturador onde se une ao ar que vem do respiro de alta.

Em seguida, o combustível se descarrega no fluxo principal (passando pela extremidade do tubo misturador ou pulverizador), onde se faz a mistura final ar-combustível.

Os componentes do sistema principal tomam parte no funcionamento de quase todos os outros sistemas. Dessa maneira, qualquer alteração nos seus componentes não irão alterar só o seu próprio funcionamento como também o dos outros sistemas que dele dependem.

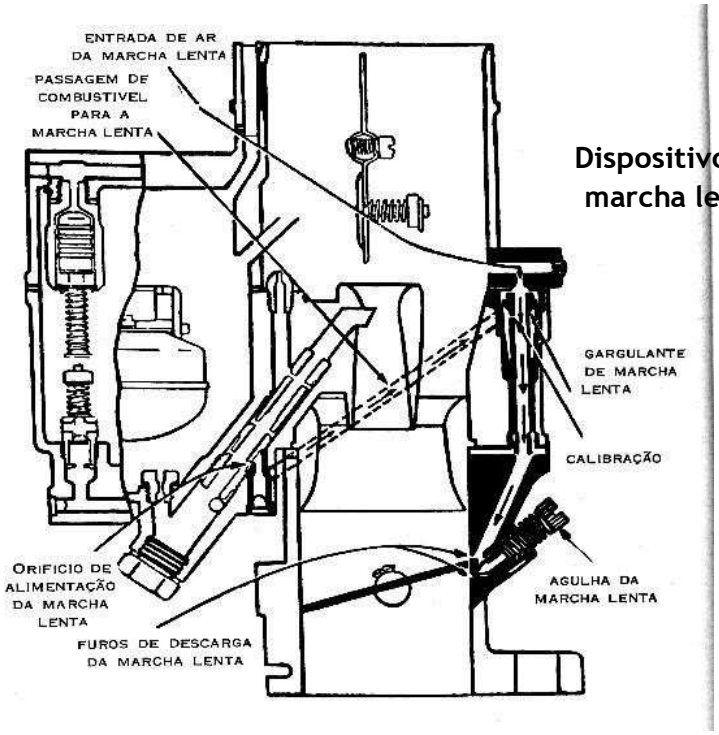
d) Dispositivo de marcha lenta

Assegura a saída de combustível quando a válvula bo rboleta estiver fechada ou quase fechada. Para controlar a maior ou menor saída do combustível, é colocado um parafuso de regulagem da marcha lenta. A regulagem quantitativa diz respeito à mistura e a qualitativa ao ar admitido.

No sangrador, o ar entra no dispositivo para pulverizar a gasolina.

O orifício de progressividade visa fornecer combustível adicional no momento em que se inicia a abertura da válvula borboleta. Ele fica acima da válvula borboleta, quando fechada, e ligeiramente abaixo, quando a mesma é parcialmente aberta.

A função deste sistema é alimentar o motor nas rotações mais baixas, quando a borboleta de aceleração está pouco aberta ou quase fechada.



Dispositivo de marcha lenta

O seu funcionamento dá-se da seguinte maneira:

O vácuo produzido pelo motor abaixo da borboleta d e aceleração suga o combustível da cuba através das restrições calibradas de marcha lenta.

O combustível que sai da cuba atravessa o gargulante principal e sobe para o gargulante de marcha lenta.

Neste ponto, então, forma-se a mistura ar-combustí vel que desce em direção à base do carburador, onde passa pelo parafuso de regulagem da marcha lenta.

O parafuso de regulagem controla a quantidade que aí deve passar, e, a partir daí, o combustível se descarrega no fluxo principal.

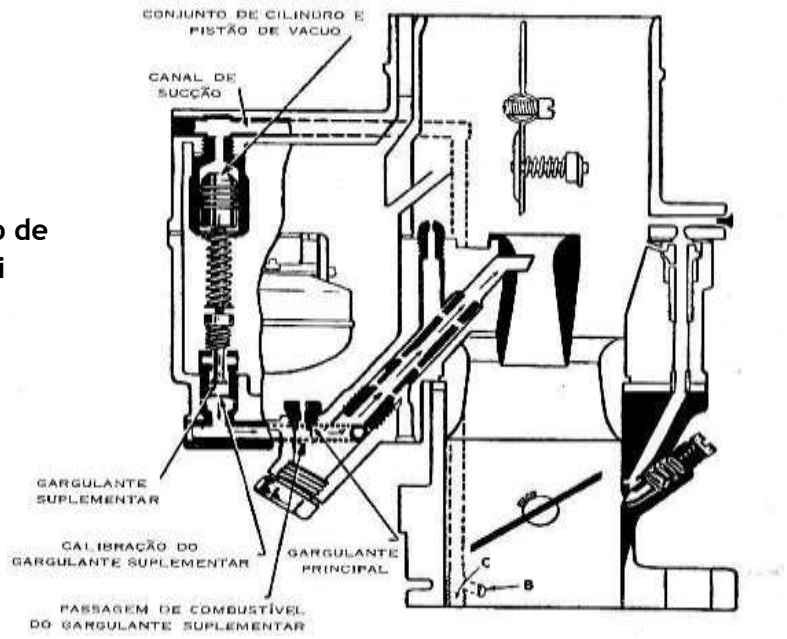
Para suavizar a passagem de marcha lenta para as marchas mais altas existem os furos de progressão, que são restrições calibradas cuja função é descarregar a mistura para o fluxo principal à medida que a borboleta de aceleração vai se abrindo e descobrindo esses furos.

e) Dispositivo de potência

Visa aumentar a rotação do motor por uma alimentação extra de combustível, sendo também chamado de sistema suplementar.

Quando o motor precisa produzir sua potência máxima há necessidade de se aumentar a quantidade de gasolina na mistura ar-combustível. Como o sistema principal não pode fornecer este aumento, entra em funcioname nto o sistema suplementar juntamente com o principal.

Dispositivo de potênci



O sistema utilizado pelo carburador DFV 228 é o do pistão (êmbolo) de vácuo:

Os componentes principais são um pistão, que é aci onado pelo vácuo do motor, e um gargulante dotado de uma válvula.

Quando o vácuo é forte (borboleta de aceleração qu ase totalmente fechada), ele é transmitido através de canais, da base do carburador para o cilindro onde está o pistão de vácuo, conseguindo vencer a tensão da mola e fazend o com que o pistão suba, deixando a válvula do gargulante suplementar fechada. Não há acréscimo de mistura combustível.

Com a ausência de vácuo (borboleta de aceleração a berta, pois o motorista pisou no acelerador), a válvula se abre e permite a passa gem do combustível diretamente da cuba para o tubo misturador, sem passar pelo gargulante principal. Dessa forma, aumenta-se a quantidade de combustível na mistura.

O gargulante suplementar também é denominado de válvula economizadora. Outros sistemas utilizados são os com vareta calibr adora e os de válvula de potência.

1) Dispositivo de aceleração rápida (ou presteza da a celeração)

A função deste sistema é aumentar imediatamente a potência do motor, quando este é acelerado rapidamente. Isto se consegue injetando uma quantidade extra de combustível diretamente no fluxo principal de imediato, até que o sistema principal possa corresponder satisfatoriamente.

O funcionamento da bomba de aceleração com êmbolo (pistão injetor) é o seguinte:

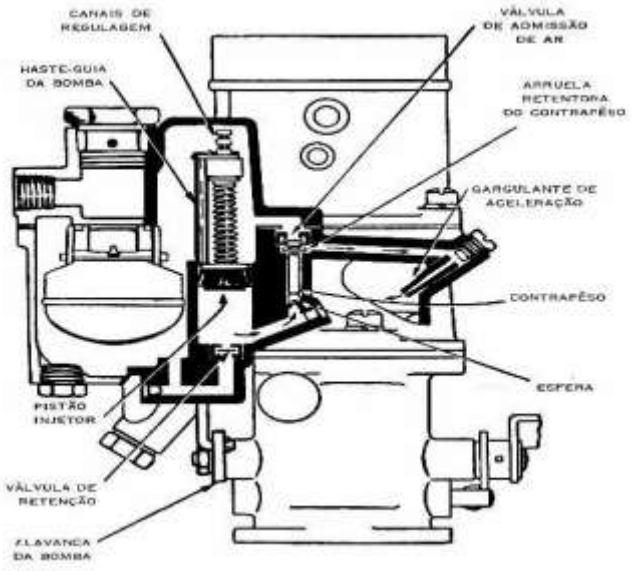
Ao se acelerar o motor das rotações mais baixas para as mais altas, o eixo da borboleta aceleradora, através de uma alavanca, aciona a haste de acoplamento do pistão injetor.

Este, por sua vez, ao ter sua guia puxada para baixo, é acionado indiretamente através de sua mola.

O pistão, descendo dentro do cilindro, empurra o c ombustível para o canal do gargulante de aceleração.

No caminho, antes de chegar ao gargulante de aceleração, o combustível abre uma válvula de esfera de modo a permitir sua passag em.

Dispositivo de aceleração rápida



A esfera e o contrapeso, ao subir, permitem então a passagem de combustível, que se descarrega no fluxo principal através do gargulante de aceleração;

Quando o motor é desacelerado, a alavanca do eixo da borboleta aceleradora, através da haste de acoplamento, empurra a guia do pistão injetor e este sobe dentro do cilindro;

Ao subir, o pistão deixa de fazer pressão sobre o combustível, permitindo que o contrapeso empurre a esfera contra sua sede, fechando a passagem para o gargulante de aceleração e não permitindo que entre ar no sistema ;

Ao mesmo tempo, a válvula de esfera do fundo do ci lindro do pistão injetor se abre permitindo que o cilindro se encha de combustível;

Para que haja sucção pelo fluxo principal, isto é, para que haja arraste de combustível através do gargulante de aceleração, existe um tampão sobre o contrapeso.

Outro sistema utilizado é o da bomba de aceleração com membrana.

2) Dispositivo de partida a frio (abafamento)

Quando a temperatura do motor ou ambiente estiver fria, nem toda a gasolina fornecida aos cilindros irá se vaporizar; assim sen do, torna-se necessário fornecer uma mistura mais rica para assegurar a combustão.

A finalidade deste sistema é aumentar a quantidade de combustível na mistura para facilitar a partida do motor a frio, principalmente em dias de baixas temperaturas.

Obtém-se esse aumento diminuindo-se a quantidade de ar que entra no carburador através da borboleta afogadora, forçando, dessa maneira, o sistema de marcha lenta e o sistema principal, para que, simultaneamente, descarreguem a mistura no fluxo principal, tornando a mistura muito mais rica.

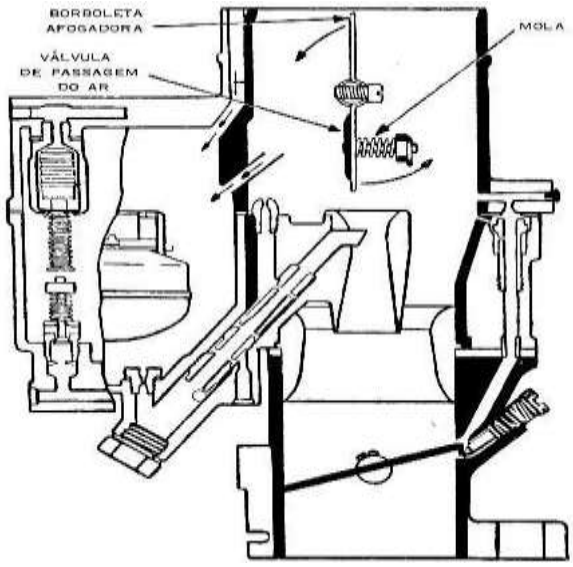
Logo que o motor começa a funcionar, há necessidade de se aumentar a quantidade de ar na mistura para que o motor não pare por falt a de ar.

Como este momento pode passar despercebido pela pessoa que está ligando o motor (e ela pode não abrir a borboleta afogadora), exist e um sistema que abre automaticamente a borboleta, evitando a parada do motor por falta de ar.

Este sistema foi montado tomando-se por base o fato de que, quando o motor

começa a funcionar, o vácuo produzido pelos cilindros torna-se capaz de vencer a resistência da mola que mantém a válvula fechada, e , após vencer a tensão desta mola, a borboleta se abre um pouco.

Dispositivo de partida a frio



Existem outros tipos de dispositivos de partida a frio, como, por exemplo, o abafador automático, que utiliza uma mola termostática.

A vantagem deste sistema é que ele controla a proporção ar-combustível para uma partida rápida em qualquer temperatura e controla t ambém a quantidade adequada de abafamento para enriquecer a mistura em todas as condições de funcionamento do motor.

É imprescindível que este sistema funcione de formaadequada em todas os veículos, tendo em vista que, com uma fácil partida a frio, d eixarão de ser desgastados desnecessariamente outros componentes do automóvel, como, por exemplo, o motor de partida e a bateria.

É também importante para a preservação do motor queo veículo seja aquecido para iniciar o seu deslocamento, pois o desgaste e o consumo excessivo são bem maiores com a temperatura fria. Se necessário, deve ser des locado ainda com o motor frio; isto deve ser feito de forma moderada, com o "afogador" puxado moderadamente e, à medida que o motor for aquecendo, deve-se empobrecer a mistura abrindo, aos poucos, a borboleta afogadora.

- <u>PANES MAIS COMUNS NO CARBURADOR</u>

1) Reservatório do combustível vazio (conhecida como pane seca)
2) Orifício de respiro do reservatório entupido
3) Tubulações obstruídas ou com vazamentos
4) Bomba de combustível defeituosa
5) Filtro de ar sujo
6) Transbordamento do carburador (afogamento): válvul a estilete defeituosa, bóia furada ou fora do nível
7) Carburador com falta de combustível: válvula est ilete ou bóia presa, ou, ainda, bóia fora do nível
8) Motor tende a "morrer" quando se acelera bruscamente: êmbolo injetor danificado

9) Motor “morre” na marcha lenta: entupimento ou falta de regulagem do parafuso da marcha lenta
10) Explosão no carburador: mistura excessivamente pobre
11) Motor falha em altas rotações: entupimento

Obviamente, existem outras panes e, em conseqüência , outras causas para as anormalidades. Porém, para poder detectá-las, é necessário conhecer o funcionamento do carburador para ,então, corrigir o defeito, fazendo, se necessário, a devida troca de componentes.

j. Injeção eletrônica (ciclo Otto moderno)

Os carburadores, utilizados largamente para fazer a formação da mistura ar-combustível nos motores ciclo Otto, estão obsoletos . A adoção de catalisadores como recurso para inibir a emissão dos poluentes dos ga ses de escapamento consegue melhor desempenho quanto melhor for a qualidade de preparação e combustão da mistura.

Os carburadores evoluíram neste sentido, mas suas características funcionais impedem-nos de obter os resultados de um gerenciamento eletrônico do motor. Este sistema torna possível a obtenção das proporções qu ase ideais e ainda um recurso que analisa os gases de escapamento emitidos (“close loop”), levando a constante atualizações dos parâmetros para a formação da mist ura ideal.

A crescente necessidade de reduzir os níveis de emissões veiculares e de consumo de combustível tem determinado a utilização de computadores cada vez mais potentes no gerenciamento das funções desempenhadas pelo motor.

Como sabemos, a combustão ocorre pela reunião dos t rês elementos básicos no interior dos cilindros: o combustível, o ar e o calor.

As unidades de controle eletrônico comandam a formação da mistura e o sistema de ignição, formando os sistemas de gerenciamento eletrônico do motor.

Através destes sistemas, pode-se captar tantos dados operacionais quanto forem necessários, em qualquer local do veículo (através de sensores) e transformá-los em sinais elétricos. Esses sinais são conduzidos à unidade de comando, onde são avaliados e processados. Com estas informações, a unidade realiza o comando dos atuadores, que são responsáveis por executar a tarefa de adequar r apidamente o motor ao regime de trabalho solicitado.

Para entendermos a necessidade de um sistema de gerenciamento eletrônico, basta analisarmos que em um motor moderno de 6 cilindros, por exemplo, na sua rotação máxima, o intervalo de tempo entre duas ignições é de 3 milésimos de segundo. A única forma conhecida de medir, processar e operar comandos com essa velocidade e precisão através de unidades de controle eletrônico. Esse recurso está se tornando tão versátil que já existem unidades que gerenciam a transmissão automática (câmbio), os sistemas de freios ABS, o controle eletrônico de tração e as informações do computador a bordo permitem diagnósticos de falhas e tantas outras funções que não é mais possível desvincular os sistemas eletrônicos do automóvel.

1) Sistema Monoponto X Sistema Multiponto

A injeção central de combustível, denominada monoponto, utiliza somente uma válvula injetora de combustível para realizar a for mação da mistura para todos os cilindros. A mistura é previamente formada no corpo de borboleta e, através do coletor de admissão, é gaseificada e distribuída.

A injeção de combustível multiponto se caracteriza por permitir a utilização de uma válvula injetora para cada cilindro. A mistura é fo rmada no coletor, antes da válvula de admissão, podendo ser simultânea (a injeção ocorre em todos os injetores), banco-a-

banco (a injeção ocorre a cada duas válvulas injeto ras) e seqüencial (a injeção ocorre no momento da admissão de cada cilindro).

2) Unidade de comando (módulo de controle eletrônico ou centralina)

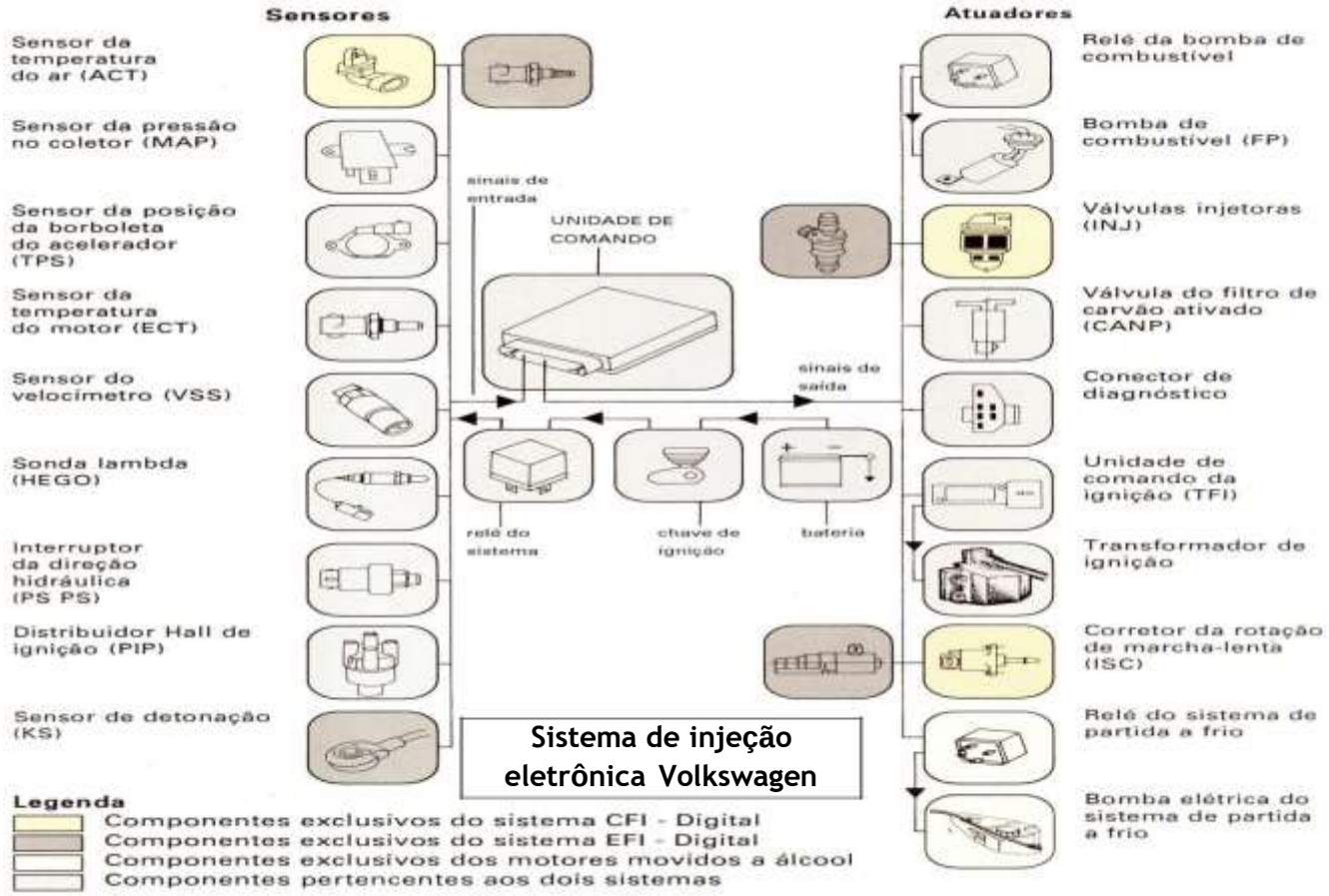
Esta unidade comanda o funcionamento dos sistemas de injeção de combustível e ignição, processando os sinais de entrada emitidos pelos sensores. Estes sinais definem as condições de trabalho do motor. Após o processamento, a unidade emite para os atuadores os sinais de saída que visam adequar o motor aos seus diversos regimes de trabalho.

Além dos sinais de entrada emitidos pelos sensores, a unidade de comando recebe os sinais de referência e informações dos sensores de acessórios: tensão da bateria, tensão do transformador de ignição (bobina), pulsos de referência do distribuidor (se houver), sinal de partida, sensor da transmissão au tomática (se houver), sensor do condicionador de ar (se houver), sensor/interruptor da direção hidráulica (se houver, está localizado na tubulação do circuito de alta pressão que alimenta a caixa de direção hidráulica; este interruptor, através da pressão do fluido, interrompe ou libera o sinal para a unidade controlar a rotação de marcha-lenta) e sinal de diagnóstico.

3) Sensores

Os sensores monitoram as funções individuais do motor. Um sensor de detonação, por exemplo, detecta a tendência de ocorrer uma pré -ignição, fenômeno prejudicial ao funcionamento do motor. Um sensor na árvore de mani velas fornece informações sobre sua posição angular e também o número de rotações p or minuto do motor.

A própria carga exigida do motor é registrada por medições, ou da massa do fluxo de ar na entrada, ou da pressão dentro do coletor d e admissão. Um sensor de oxigênio ("sonda de detecção lambda") mede o teor de oxigêni o residual nos gases de escapamento. Isto é importante para a operação correta dos conversores catalíticos.



4) Principais sensores:

a) Sensor da temperatura do ar (ACT) – localizado, normalmente, na tampa do corpo de borboletas (sistema monoponto) ou no coletor de admissão (sistema multiponto),

é composto por uma resistência com coeficiente nega tivo de temperatura (NTC) que faz a resistência elétrica variar em função da temperatur a do ar (quanto maior a temperatura, menor a resistência elétrica).

b) Sensor da pressão do coletor (MAP) – localizado, normalmente, na parte superior do painel transversal; está ligado ao cole tor por uma mangueira. Tem a função de medir a depressão no coletor e transformá-la, atrav és do seu circuito eletrônico, numa freqüência que será enviada como sinal para a unidade de comando.

c) Sensor da posição da borboleta do acelerador (TPS) – este sensor é um potenciômetro variável fixado ao corpo de borboletas, mantendo o contato mecânico da sua resistência solidário ao eixo de aceleração.

d) Sensor da temperatura do motor (ECT / CTS) – composto também de uma resistência NTC, este sensor está localizado na saí da do líquido de arrefecimento do motor ou na caixa da válvula termostática. Tem a fi nalidade de informar para a unidade de comando a temperatura do motor, promovendo a correção da mistura e do avanço de ignição, conforme as necessidades de dirigibilidade do veículo.

e) Sensor do velocímetro – acionado pelo diferencial, este sensor do tipo Hall transforma a velocidade do veículo em uma freqüênci a que será enviada como sinal para a unidade de comando. Com este sinal, a unidade reconhece a condição de veículo parado e rotação de marcha-lenta, a necessidade de enriquecimento de combustível durante a aceleração e o corte de combustível durante a desaceleração.

f) Sonda Lambda (HEGO) – localizada no tubo primári o do sistema de escapamento, é um sensor composto por um corpo cerâ mico que gera valores de tensão elétrica em função da presença de oxigênio nos gases de escapamento. Desta forma, ela identifica para a unidade de comando se a mistura está rica (pouco oxigênio) ou pobre (muito oxigênio) durante o regime de cargas parciai s do motor.

g) Sensor de rotação (Hall / PIP) – sua função é gerar para a unidade de comando o sinal de rotação e informar a posição da árvore de manivelas, para determinar o cálculo do tempo de injeção e avanço de ignição. Em rotações abaixo de 600 RPM, ocorre o corte do funcionamento da embreagem eletromagnética do ar condicionado, aliviando as cargas do motor.

h) Sensor de detonação (KS) – sua função é captar as vibrações que surgem em conseqüência das detonações ocorridas nas câmara s de combustão, transformando-as em sinais elétricos para a unidade de comando. Está localizado na parede do bloco do motor.

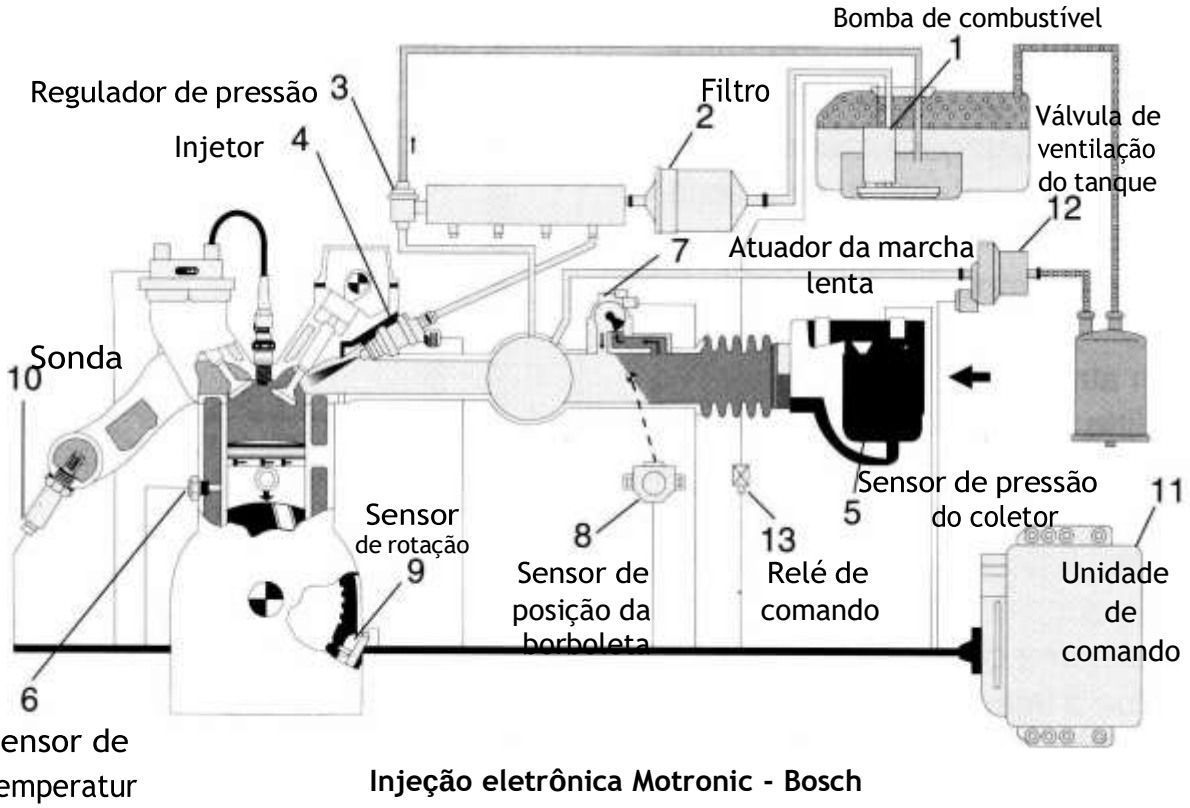
Observação: dependendo do fabricante, podem existir mais ou menos sensores, com nomes e siglas diferentes e com localização um pouco variada.

5) Atuadores

a) Relé da bomba de combustível – sua função é alimentar a bomba de combustível com corrente a partir dos sinais da unidade de comando. A estratégia da unidade é alimentar com negativo a linha de comando do relé,

assim que seja ligada a chave de ignição durante 1 segundo, para que o circuito do combustível seja pressurizado.

b) Bomba de combustível (FP) – localizada normalmente no interior do reservatório, a bomba possui, incorporada ao seu conjunto, o medidor de nível de combustível. Sua função é pressurizar o circuito do sistema de alimentação, gerando vazão suficiente para o bom funcionamento do motor, em qualquer regime de trabalho.



Injeção eletrônica Motronic - Bosch

c) Válvula reguladora de pressão do sistema – fica localizada, normalmente, na bomba de combustível ou no corpo de borboletas. Para que a pressão não suba infinitamente, pois o sistema de bomba elétrica possui vazão de combustível permanente, a válvula reguladora mantém uma pressão de combustí vel constante, liberando o retorno para o reservatório de combustível toda vez que a pressão ultrapassa um valor determinado.

d) Válvulas injetoras (INJ) – as válvulas injetoras (ou injetores) têm a finalidade de dosar e pulverizar o combustível sob pressão, em seus respectivos dutos de admissão. Está localizada, normalmente, na tampa do corpo de borboletas (sistema monoponto) ou nas linhas de admissão de cada cilindro (sistema mu ltiponto).

e) Válvula do filtro de carvão ativado (CANP) – é u m solenóide montado entre a linha do filtro de carvão ativado e o corpo de borb oletas. Ao ser energizada pelos pulsos elétricos da unidade, permite que a depressão do coletor de admissão aspire os vapores de combustível acumulados no filtro de carvão ativa do.

f) Conector de diagnóstico – sua função é completar a ligação entre a unidade de comando e o equipamento de diagnóstico para realização dos diversos testes do sistema. Suas localizações mais freqüentes são no c ompartimento do motor ou sob o porta-luvas, dentro do carro.

g) Unidade de comando de ignição (TFI) – sua função é transformar o sinal eletrônico da unidade de comando em sinal elétrico para chaveamento do transformador de ignição.

h) Transformador de ignição (bobina) – sua função é converter a baixa tensão da bateria de 12 volts em alta tensão de ignição (a té 40.000 volts), disponibilizando esta tensão para o distribuidor ou para as velas de igni ção.

i) Corretor de rotação de marcha-lenta (ISC / IAC) – localizado, normalmente, no corpo de borboletas, compõe-se de um motor de pa sso ou um solenóide. Sua função é estabilizar a rotação da marcha-lenta dependendo das cargas aplicadas ao motor (ar-condicionado, direção hidráulica etc) e temperatura de funcionamento.

j) Ventilador elétrico – sua função é forçar o ar através do radiador, resfriando o líquido de arrefecimento e, conseqüentemente, o motor.

k) Relé do sistema de partida a frio (motores a álc ool) – sua função é alimentar a bomba elétrica do sistema de partida a frio com corrente, a partir dos sinais da unidade de comando.

l) Bomba elétrica do sistema de partida a frio (motores a álcool) – sua função é conduzir a gasolina de seu reservatório para a linha de admissão do motor, gerando vazão suficiente para a partida.

Observação: dependendo do fabricante, podem existir mais ou menos atuadores, com nomes e siglas diferentes e com localização um pouco variada.

6) Benefícios da injeção eletrônica ao consumidor

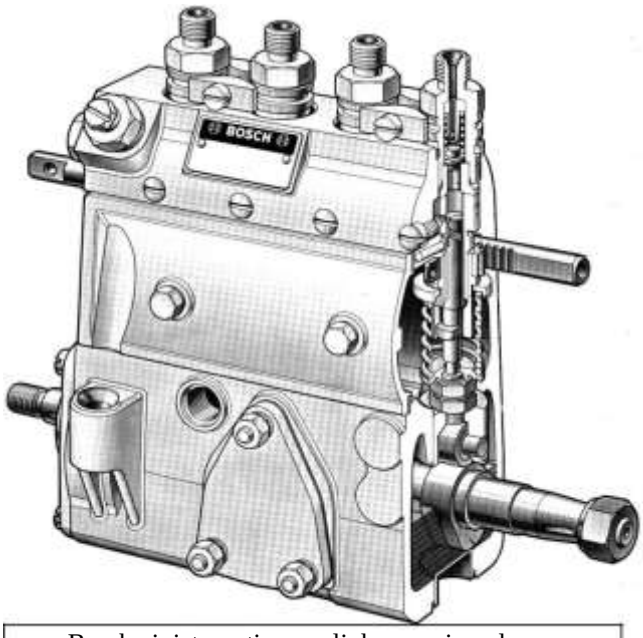
a) Economia otimizada de combustível
b) Obtenção de potência mais elevada
c) Emissões de gases de escapamento reduzidas
d) Proteção contra erros de operação que podem levar a avarias no motor
e) Informações de auto-diagnóstico, possibilitando confiabilidade, rapidez e redução nos custos dos reparos

k. Bomba injetora (ciclo Diesel convencional)

A bomba injetora é a responsável, no sistema convencional ciclo Diesel, pela distribuição e dosagem do combustível, conforme a necessidade do motor.

Por ser um mecanismo mecânico de altíssima precisão e que trabalha sob altas pressões, sua construção é complexa e seu preço, comparado com o carburador, alto.

Esta recebe o combustível da bomba alimentadora, sob baixa pressão e já filtrado, e o envia, sob alta pressão, para os bicos injetores na quantidade perfeitamente dosada de acordo com a carga do motor, no momento exato, durante um intervalo de tempo bem determinado e de uma maneira adequada ao processo de combustão em questão.

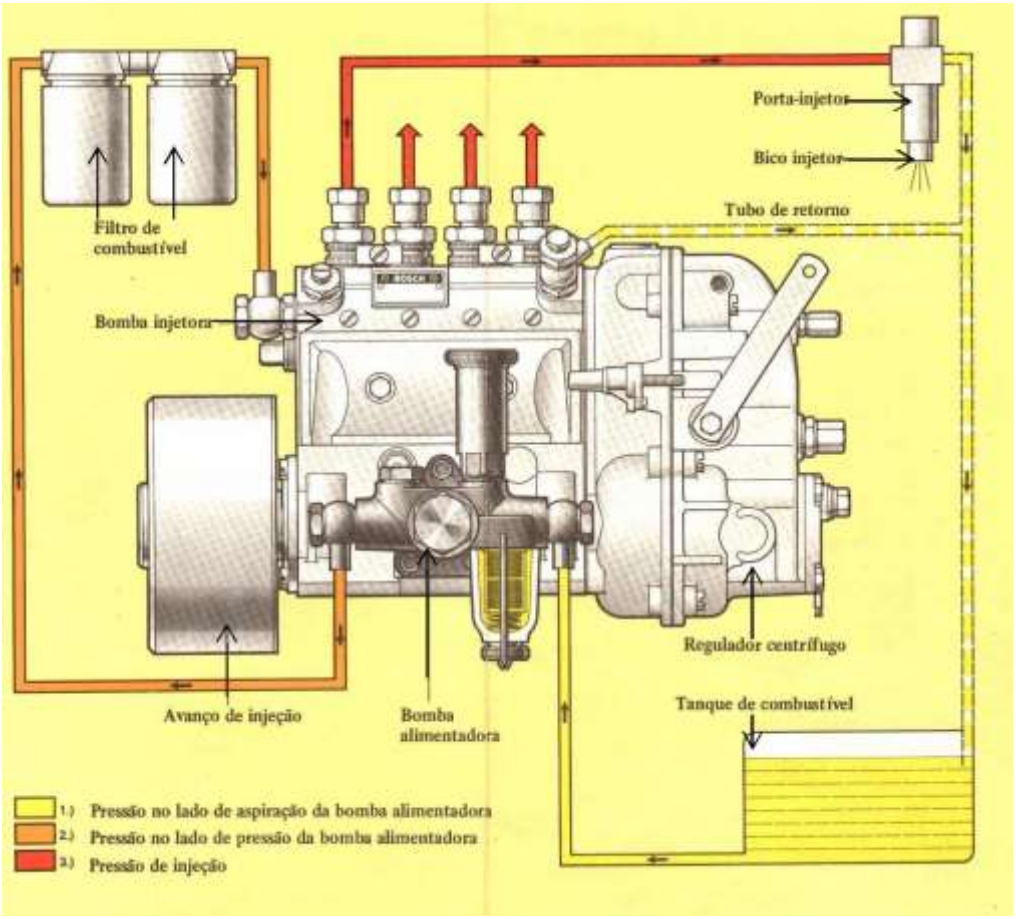


Bomba injetora, tipo em linha, seccionada

A bomba injetora normalmente possui, anexa a ela, além da bomba alimentadora, o regulador de rotações e o avanço de injeção.

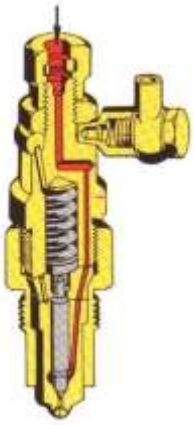
O regulador de rotações tem a finalidade de manter uma determinada rotação no motor para cargas variáveis. Para isto, ele altera automaticamente a quantidade de combustível (débito) que a bomba injetora envia aos bicos injetores.

O avanço automático da injeção tem a finalidade de alterar (avançar ou recuar) o início do débito da bomba injetora (envio de diesel aos bicos injetores), de acordo com a variação da rotação do motor.



Bomba injetora em linha

l. Bicos injetores (ciclo Diesel)



Nos motores convencionais, existe um bico injetor por cilindro, sendo sua função a de introduzir na câmar a de combustão, de forma pulverizada e à alta pressão, o óleo combustível enviado pela bomba injetora.

Apesar de sua finalidade ser muito parecida com a das válvulas injetoras (ou injetores) da alimentação el etrônica ciclo Otto, difere desta principalmente pelas altas pressões de injeção a que está submetido e pelo fato de existir tanto na alimentação diesel convencional quanto na eletrônica.

m. Injeção eletrônica (ciclo Diesel)

Visando atender às recentes leis de preservação ambiental e aumentar o alto desempenho e dirigibilidade dos veículos, foi desenvolvido o motor ciclo Diesel com gerenciamento eletrônico. Este proporciona uma melhor combustão, uma redução significativa da emissão de poluentes, uma maior du rabilidade e redução do consumo de combustível.

O sistema de alimentação de combustível é do tipo “bomba - tubo - bico”, devido à sua disposição construtiva. Esta configuração consiste em uma unidade injetora por cilindro, interligada ao bico injetor por uma pequena tubulação de alta pressão.

Na unidade injetora estão alojados o elemento injet or, as câmaras de pressão e a descarga de combustível, a válvula de controle de v azão e seu eletroímã de acionamento. Estes componentes são responsáveis pela elevação de pressão e controle do volume de injeção. O tubo de alta pressão conduz o combustíve l ao bico e este o distribui, de forma atomizada, na câmara de combustão.

O sistema de alimentação é gerenciado por um ou mais módulos de comando cuja função é: receber os sinais enviados pelos sensores localizados no motor e no veículo; identificar o regime de operação; determinar a necessidade instantânea de combustível; e controlar o tempo de injeção nas unidades injetoras. Tudo isto atendendo a solicitação do operador e às exigências de segurança e emissões de poluentes.

Os sensores normalmente utilizados são os seguintes : sensor de pressão e de temperatura do ar de sobrealimentação, sensor de pressão atmosférica, sensor de temperatura do combustível, sensor de posição do pedal do acelerador, sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, sensor de posição do ângulo da árvore de manivelas, sensor de posição do ângulo da árvore co mando de válvulas e sensor de pressão do óleo lubrificante.

n. Filtro de ar

A entrada de ar para o motor é assegurada pela simples aspiração no tubo de admissão; basta que esse ar seja convenientemente f iltrado para eliminar suas impurezas, tais como poeira e areia fina em suspensão, que são agentes de desgaste nos cilindros.

O filtro de ar apresenta, ainda, a vantagem de tornar a aspiração mais silenciosa; deve, porém, ser suficientemente grande para que as impurezas não possam obstruí-lo, dificultando a passagem de ar.

Os filtros empregados, normalmente, pertencem a dois tipos principais:

Filtros úmidos (banho de óleo, já em desuso)

Filtros secos (papel)

Nos filtros de banho de óleo, o ar, em seu percurso, é forçado contra a superfície do óleo contido em uma cuba, onde deixa a maior parte de suas impurezas. O óleo arrastado pelo ar é retido por um elemento filtrante colocado acima da cuba, de onde retorna pela ação da gravidade, trazendo consigo as impurezas restantes.

o. Tubulações rígidas e flexíveis

Os condutores que ligam as diversas peças constituintes do sistema são, geralmente, de borracha, lona especial, cobre recozido ou de latão.

Para diminuir as perdas, os tubos devem ser o mais curto possível, sem estrangulamentos ou curvas bruscas. Não devem ficar expostos ao calor excessivo, para não dar lugar à formação de tampões de vapor que in terrompam o escoamento do combustível. A fim de evitar que as trepidações possam causar sua ruptura, intercalam-se, nas tubulações rígidas, tubulações flexíveis de bor racha especial ou plástico resistente ao combustível.

p. Acessórios

Como acessórios, podemos citar: o marcador de combustível, que mostra ao motorista a quantidade de combustível no reservatório; as torneiras que permitam fechar a alimentação; o tubo de enchimento do reservatório e outros acessórios que podem ser encontrados nos diversos tipos de veículos existentes.

q. Sistema de arrefecimento

O calor interno, produzido pelas explosões e atrito , não é inteiramente transformado em energia mecânica. Uma parte se perde pelo escapamen to e outra é cedida às paredes do cilindros, do cabeçote e dos êmbolos, transmitindo- se por condutibilidade ao conjunto do motor. Em conseqüência, a temperatura dos diversos órgãos do motor tende a elevar-se, havendo, então, a necessidade de existir um sistema para evitar que a temperatura se eleve excessivamente, o que traria várias conseqüên cias, tais como:

- queima ou carbonização do óleo;
- dilatação das peças;
- detonação prematura.

O arrefecimento não deve, contudo, ser excessivo, p ara não aumentar a perda de calor pelas paredes, o que diminuiria a rapidez da combustão.

Para cada motor existe uma temperatura ideal de funcionamento.

Os cilindros, pistões e cabeçote são os órgãos que mais se aquecem, pois se acham em contato direto com a combustão.

Na prática só se prevê o arrefecimento dos cilindro s e do cabeçote. Os pistões se arrefecem pelo contato de suas paredes com as dos cilindros e com a neblina de óleo da lubrificação.

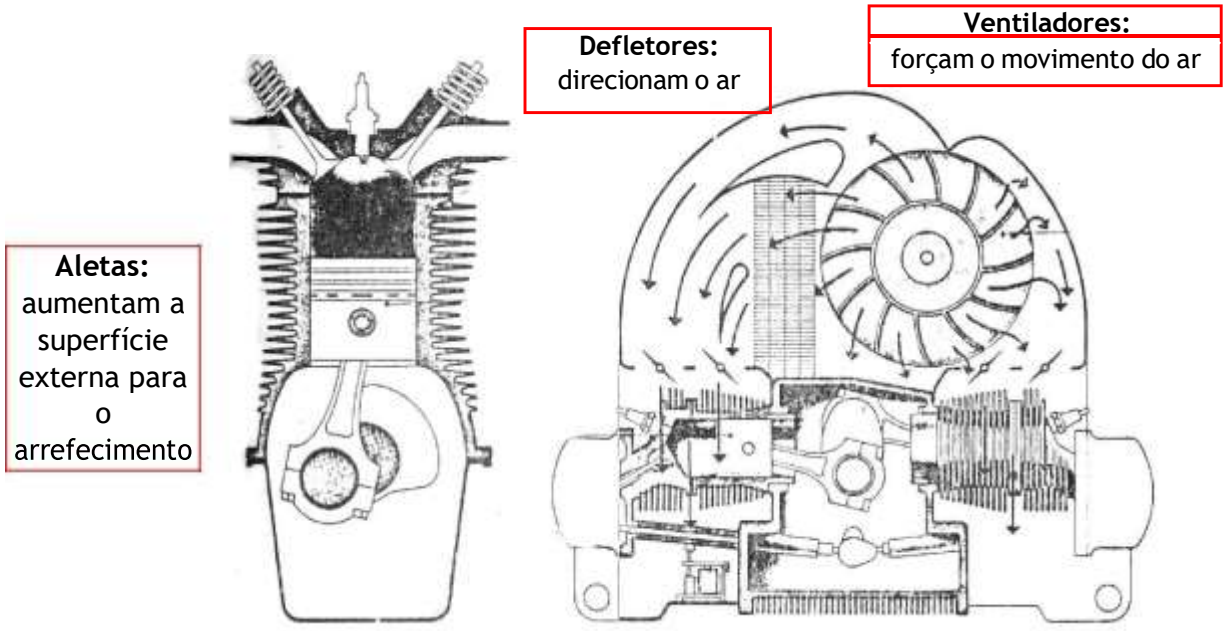
O arrefecimento pode ser de duas maneiras:

Arrefecimento pelo ar
Arrefecimento pela água

1) Arrefecimento pelo ar

Para se obter um arrefecimento satisfatório, é necessário:

- aumentar a superfície externa a arrefecer, por meio de aletas (são estas que proporcionam o aumento da superfície aquecida em contato com o ar);
- fazer o ar deslocar-se com grande velocidade, em relação à superfície externa do motor.



O movimento relativo do ar é obtido, normalmente, pelo movimento do veículo, como no caso das motocicletas e motonetas. Em alguns casos, com o automóvel parado e o motor funcionando, precisa-se garantir também o fluxo de ar, o que é possível por meio de um ventilador (funciona como exaustor) de grande potência.

2) Arrefecimento pela água (líquido de arrefecimento)

É o mais utilizado nos dias atuais. É obtido fazendo-se circular água, por intermédio de uma bomba centrífuga, dentro de uma espécie de invólucro dos cilindros e do cabeçote, constituindo as camisas e as câmaras d'ág ua, respectivamente.

Introduzida fria nas camisas dos cilindros pela parte inferior, a água passa às câmaras do cabeçote e sai quente, sendo então condu zida ao radiador onde é arrefecida pelo ar, a fim de ser utilizada novamente.

Componentes: O sistema constitui-se de órgãos que asseguram a circulação e o arrefecimento da água, quais sejam:

- Radiador
- Tampa de pressão
- Caixa (depósito) de expansão
- Mangueiras
- Bomba d'água
- Ventilador
- Camisa e câmara d'água
- Válvula termostática
- Indicador de temperatura

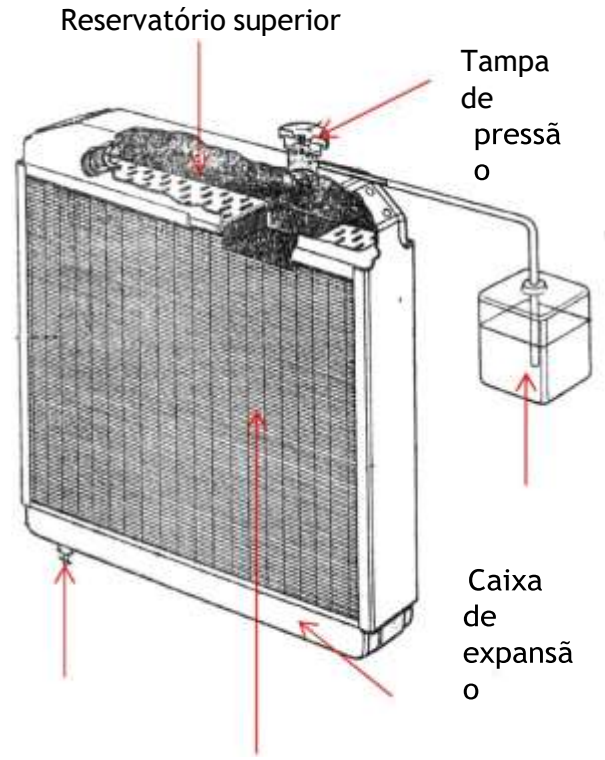
a) Radiador

É o órgão de arrefecimento da água aquecida pelo motor. Consiste em dois reservatórios: um superior, destinado a receber a água quente; e o outro inferior, onde se acumula a água após o arrefecimento.

O reservatório superior traz um tubo de enchimento e um tubo ladrão para evitar as pressões excessivas que poderiam resultar da dilatação ou da vaporização da água.

No reservatório inferior encontra-se uma torneira para esvaziamento do radiador. O reservatório superior é ligado por uma mangueira ao motor, dando na câmara da válvula termostática. O reservatório inferior é ligado ao motor também por uma mangueira, dando no alojamento da bomba d'água.

A água passa do reservatório superior para o inferior através de tubos verticais de pequeno diâmetro e pouca espessura. O ar se desloca horizontalmente, passando pelos intervalos entre os tubos, absorvendo o calor da água.



Colméia

b) Tampa de pressão

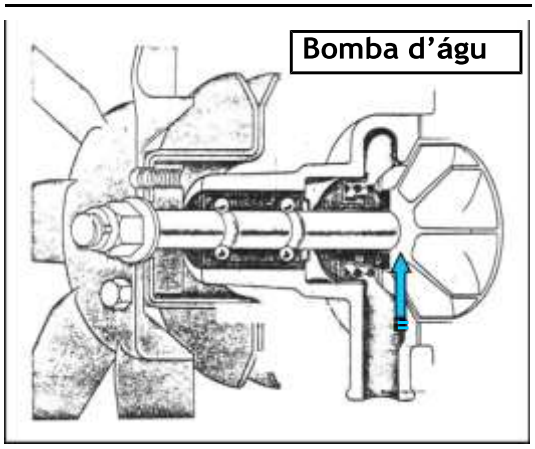
A tampa de pressão (ou tampa do radiador) não é uma simples tampa. Através de válvulas existentes no seu corpo, além de vedar, el a eleva o ponto de ebulição do líquido de arrefecimento, alivia a pressão interna (quando há o aquecimento do sistema), e equilibra a pressão interna com a atmosférica (quando ocorre o resfriamento).

A operação de abrir esta tampa, após o motor ter funcionado, deve ser realizada com o máximo de cuidado, devido à alta pressão e te mperaturas.

c) Caixa de expansão

A caixa de expansão é um depósito do líquido de arrefecimento cuja finalidade principal é garantir que o sistema esteja, sob quaisquer condições, sempre abastecido com o líquido refrigerante. Para tanto, fica situada em um nível acima deste. Com este dispositivo, existente em todos os veículos atuais, as funções da tampa de pressão passam, portanto, a serem executadas pela tampa da caixa de expansão.

d) Bomba d'água



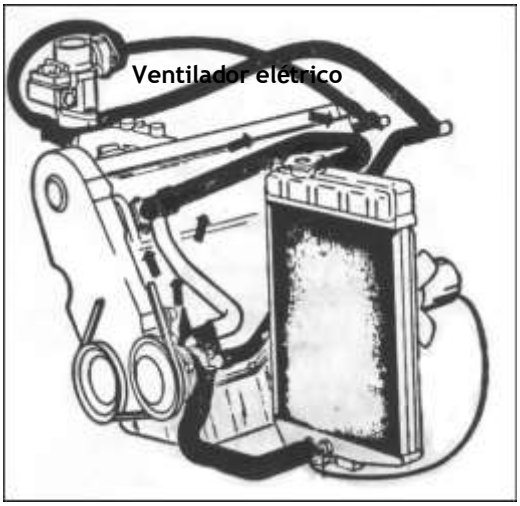
Trata-se de uma bomba do tipo centrífugo (disco com pás curvas, girando no interior de um corpo de bomba). Ela aspira a água do radiador e a recalca, obrigando-a a penetrar nas camisas d'água em torno dos cilindros e nas câmaras d'água ao redo r das câmaras de compressão. Normalmente, o seu acionamento é mecânico, efetivado através do virabrequim.

e) Mangueiras

Para evitar ruptura, devido às trepidações, e para facilitar a montagem, os dutos são ligados por juntas desmontáveis, constituídas, em geral, por mangueiras de borracha. Estas são aperta das por braçadeiras metálicas, que ligam as diversas partes do sistema de arrefecimento.

f) Ventilador

É o órgão que assegura e força a passagem do ar através do radiador. Sua intervenção é indispensável, sobretudo quando o motor funciona com o veículo parado ou em pequena velocidade. O tipo mais empregado é o ventilador helicoidal. Ele é constituído de duas ou mais pás de hélice, sendo montado sobre o cubo de uma polia acionada por meio de uma correia ligada à árvore de manivelas. Normalmente, o eixo de rotação da polia do ventilador é a árvore de comando da bomba d'água. As pás, girando, aspiram o ar através do radiador e o empurra sobre o motor.



Atualmente, são utilizados ventiladores elétricos que possuem as seguintes vantagens: economia de potência (só funciona quando necessário), economia de espaço (não necessita ficar no mesmo eixo da árvore de manivelas) e menos ruído. A única desvantagem é a necessidade de um motor elétrico e de um interruptor térmico para acioná-lo (mais componentes sujeitos a panes).

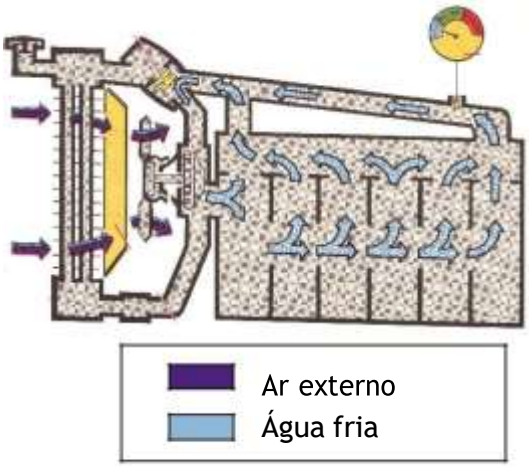
g) Camisas e câmaras d'água

São os invólucros dos cilindros e do cabeçote, respectivamente. É por onde circula o líquido para arrefecimento.

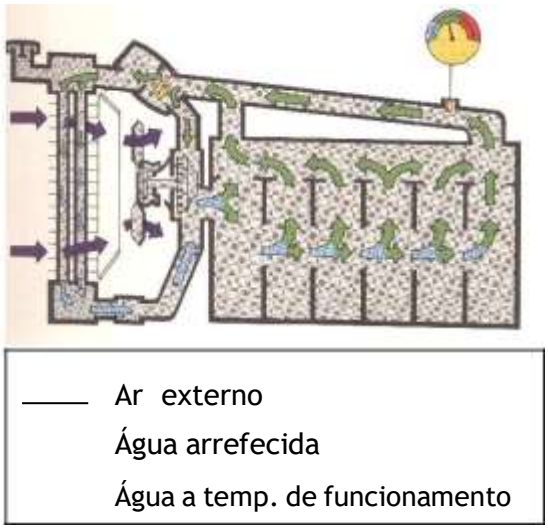
h) Válvula termostática

O arrefecimento do motor, embora necessário, não de ve ser excessivo, porque o motor só funciona bem após atingir uma certa temperatura (normalmente entre 80 ºC e 100ºC, dependendo do motor). Com a finalidade de assegurar um rápido aquecimento do motor e mantê-lo na temperatura ideal de funcioname nto, é intercalada entre motor e radiador uma ou mais válvulas termostáticas.

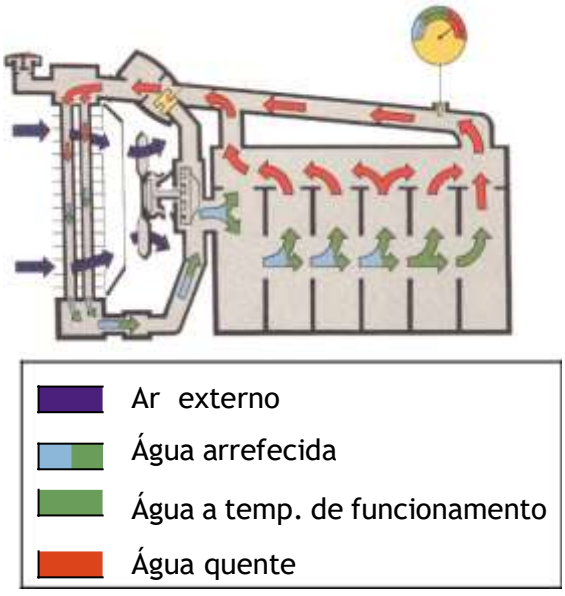
Válvula termostática fechada p/ radiador



Válvula termostática parcialmente aberta p/ radiado r

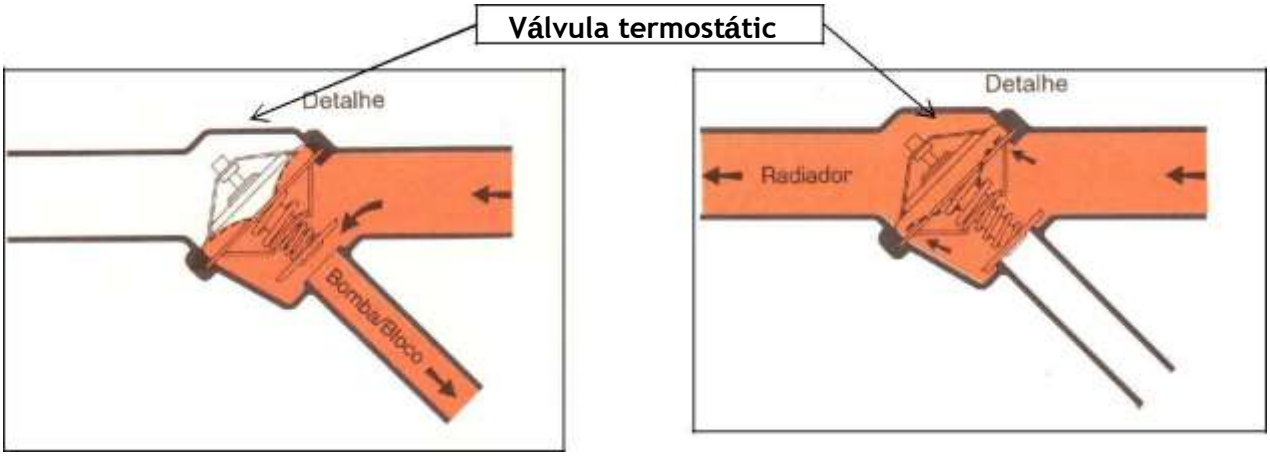


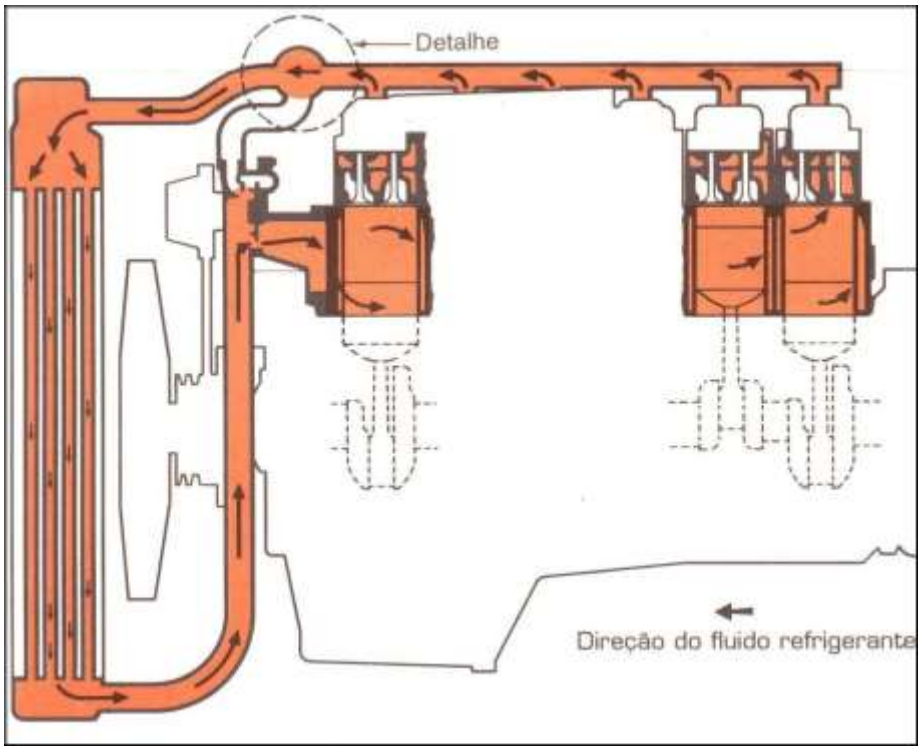
Válvula termostática aberta p/ radiador



Ela funciona através da dilatação de seus componentes, sendo, portanto, de acionamento mecânico. Com o motor a temperatura amb iente (25 ºC), a válvula encontra-se fechada, impedindo que o líquido que percorre o motor passe pelo radiador, não sendo este fluido arrefecido. Com o aumento da temperatura do líquido de arrefecimento, a válvula vai se abrindo, fazendo com que ele passe, agora, parte pelo radiador e parte pelo

bloco do motor. Com o líquido em temperaturas altas, a válvula encontra-se totalmente aberta, fazendo com que este passe totalmente pelo radiador.





A válvula termostática não deve ser retirada sob ne nhuma hipótese, pois isto causaria elevação do consumo de combustível e aumento do desgaste dos componentes do motor. Também não deve ser confundida com o interruptor térmico (termostato) de acionamento do ventilador elétrico.

i) Indicador de temperatura

Destina-se a alertar o usuário quando a temperatura está acima do previsto. Ligada eletricamente ao bulbo de temperatura no motor, pode ser do tipo lâmpada piloto ou termômetro.

j) Aditivos

Quando um automóvel está trabalhando em regiões ond e a temperatura atmosférica cai abaixo de 0 ºC, deve ser adicionada uma solução anti-congelante, se o líquido de arrefecimento for a água.

As quatro soluções mais utilizadas são: álcool metí lico, álcool etílico, glicerina e glicoletileno (ou etilenoglicol).

Os dois primeiros, preparados comercialmente como anti-congelantes, são os mais baratos e proporcionam proteção adequada, quando usados em quantidade suficiente. Sua principal desvantagem é que fervem e evaporam, se for excedida a temperatura normal de funcionamento.

A glicerina oferece o mesmo grau de proteção que o álcool e não evapora porque tem um ponto de ebulição mais alto.

O glicoletileno tem um ponto de ebulição extremamente alto (165 ºC), não evapora em uso, não é corrosivo, não tem cheiro e proporcio na completa proteção quando usado na quantidade certa. A proteção máxima contra o co ngelamento é obtida com uma solução de 40% de água e 60% de composto anti-conge lante de glicoletileno. Essa mistura evita o congelamento em temperatura de até - 18 ºC. Por todas estas características é o mais utilizado.

Existem aditivos de características solventes que agem como detergentes, diluindo as crostas formadas nas canaletas das colméias do radiador que prejudicam a circulação da água.

Comercialmente, encontramos aditivos de arrefecimento de diversas marcas, sendo que a maioria é um composto de etilenoglicol (seja ele monoetilenoglicol ou polipropilenoglicol), aditivos inibidores de ferrugem e aditivos aumentadores do ponto de ebulição.

O cuidado que se deve ter ao adicionar ou trocar o aditivo no veículo é realizar a mistura com a água antes de colocá-lo no sistema de arrefecimento e fazê-lo na proporção e periodicidade recomendada pelo fabricante.

r. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (ciclo Otto e Diesel)

Os órgãos de distribuição têm por finalidade assegu rar a admissão da mistura ar-combustível nos cilindros e o escapamento dos gases resultantes da queima da mistura, determinado para tal o início e a duração da abertura dos orifícios correspondentes.

1) Composição

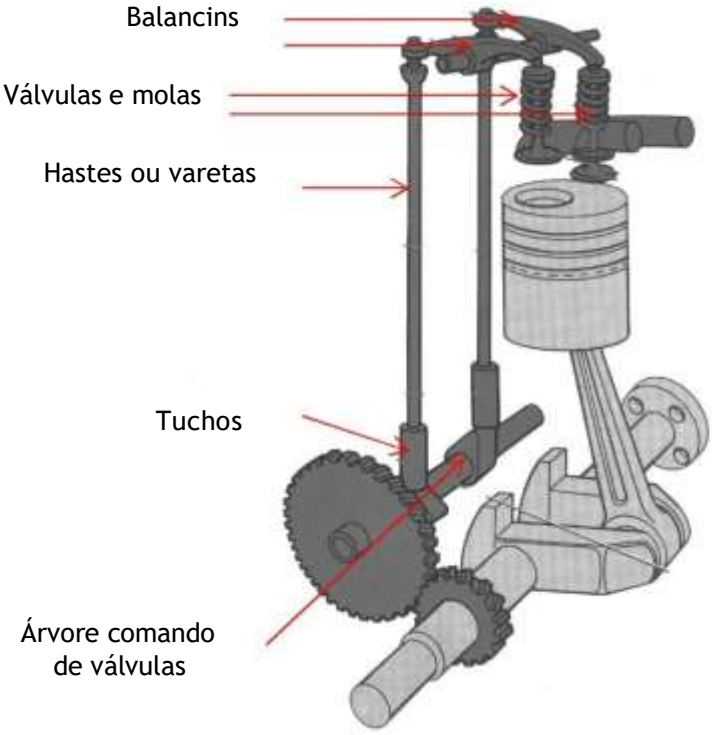
- Tubulação de admissão (coletor de admissão)
- Dispositivo de obturação dos orifícios de admissã o e escapamento
- Tubulação de escapamento:
  - Coletor de escapamento
  - Tubo de escapamento
  - Catalisador (conversor catalítico)
  - Silencioso
  - Tubo de descarga

2) Funcionamento

A mistura ar-combustível processada pelo carburador ou pela injeção eletrônica é conduzida, através da tubulação de admissão, até os cilindros.

O dispositivo de obturação dos orifícios de admissã o e escapamento dos cilindros é acionado pela árvore de comando das válvulas (eixo de cames). Assim, cada válvula encarregada de obturar determinado orifício está li gada, por mecanismos, a um ressalto da árvore de comando das válvulas. Esta, movida pel a árvore de manivelas, permite um sincronismo perfeito entre a admissão da mistura ar -combustível, o escape de gases decorrente da queima da mistura e o movimento dos pistões.

Os gases resultantes da queima da mistura ar-combustível são liberados através das tubulações de escapamento.



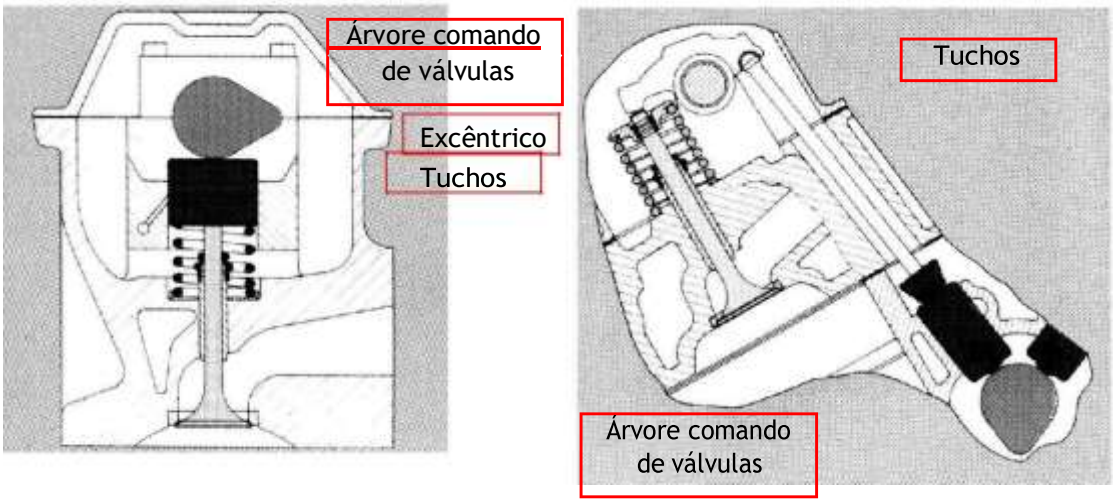
É importante perceber que quem realmente fecha cada válvula é a sua mola respectiva. Isto ocorre após a saída do excêntrico (cames) - da árvore comando de válvulas – de sobre o tucho, permitindo que a mola atue, fechando a válvula.

Existe uma classificação dos motores relativa à posição da árvore comando de válvulas neste, a saber:

OHV (“Overhead Valve”) - árvore comando de válvulas no bloco.

OHC (“Overhead Camshaft”) - árvore comando de válvulas no cabeçote. Subdivide-se em SOHC (“Single Overhead Camshaft”) – uma árvore; e DOHC (“Double Overhead C amshaft”) – duas árvores, para motores multi-válvulas. Existem motores multi-válvu las de projeto avançado tipo SOHC.

A colocação da árvore comando de válvulas no cabeço te permite eliminar componentes como as hastes e os balancins; todavia, o projeto do motor é mais complexo, tornando-o mais oneroso.



Motor OHC **Motor OHV**

3) Folga das válvulas

Com o aquecimento do motor, seus componentes se dilatam. No caso do sistema de distribuição, caso não houvesse nenhuma folga na li gação da árvore de comando até as válvulas, ao aquecer o motor, estas iriam ficar sem pre um pouco abertas, pois a dilatação dos metais as empurrariam, vencendo a resistência d as molas.

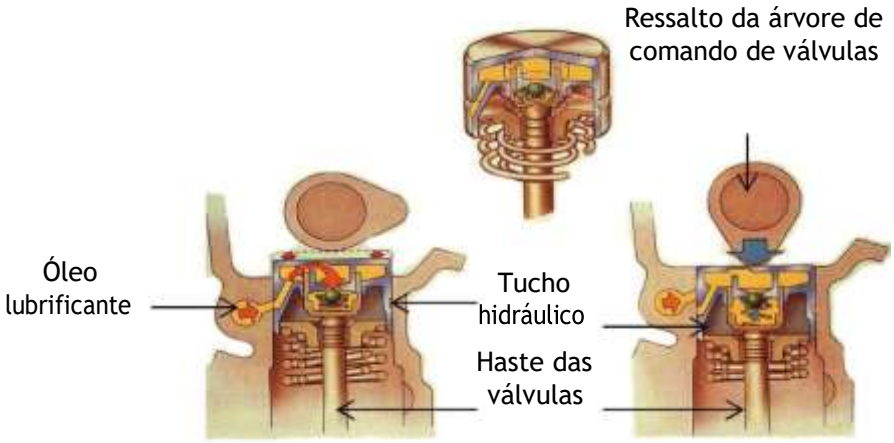
Para sanar os problemas advindos das diversas temperaturas de funcionamento do motor, criou-se a folga das válvulas.

Com as válvulas fechadas, deverá haver uma folga (p adronizada pelo fabricante para cada motor) entre tucho e válvula (OHC) ou entre b alancim e válvula (OHV). Esta folga deverá ser regulada pelos mecânicos na periodicidad e prevista pelo fabricante. Uma folga incorreta das válvulas, ou sua ausência, causa dive rsos problemas ao motor, desde perda de potência até danos nos seus componentes.

4) Tuchos hidráulicos

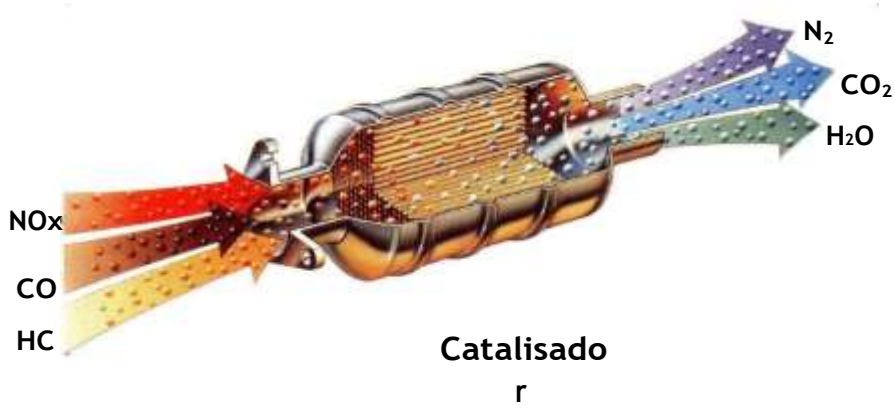
Os tuchos hidráulicos compensam automaticamente a d ilatação e contração dos componentes do motor com a variação de temperatura, tornando desnecessária a folga das válvulas, bem como a sua regulagem.

Como isto é realizado através do óleo lubrificante do motor, deve-se tomar cuidado para não funcionar o veículo com o óleo fora do nível correto e trocá-lo com a freqüência prevista, evitando impurezas que possam vir a prender o mecanismo de comando hidráulico.



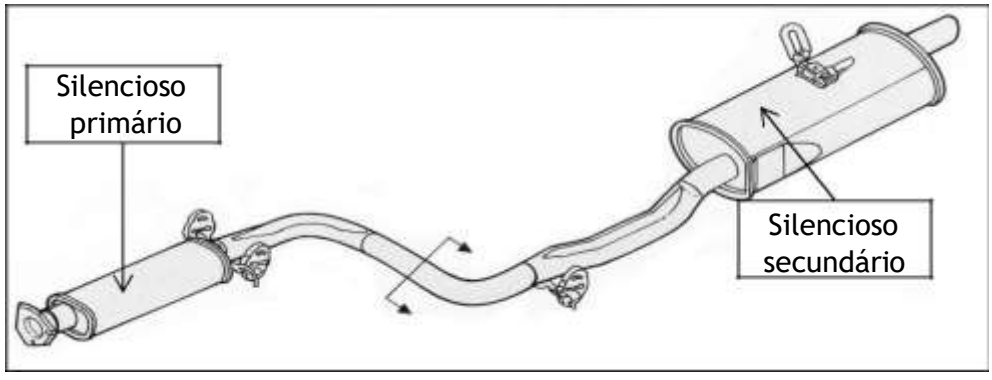
5) Catalisador

O catalisador ou conversor catalítico, localizado na tubulação de escapamento, é utilizado para favorecer a oxidação dos hidrocarbonetos presentes nos gases de escape, transformar o óxido de carbono em água e anidrido carbônico, e reduzir o óxido de nitrogênio para oxigênio e nitrogênio. Com isto, el e reduz em 90 % a presença destes agentes poluentes no tubo de descarga e o seu conseqüente lançamento na atmosfera. Atualmente obrigatório nos motores ciclo Otto, também já vem sendo utilizado em alguns motores ciclo Diesel.

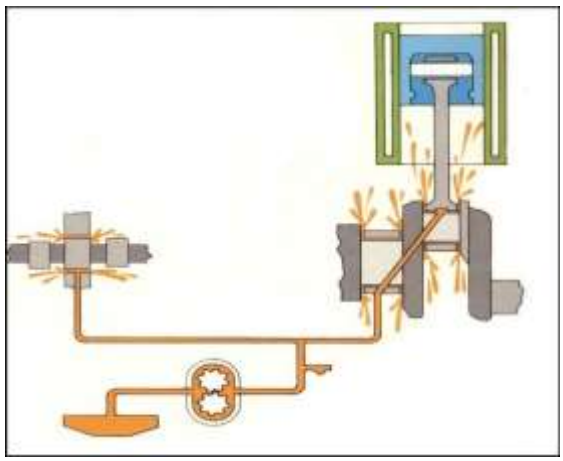


6) Silencioso

Os gases provenientes da queima da mistura são desc arregados sob pressão (cerca de 3 a 5 Kg/cm^2) e temperatura (600 a 800 °C) muito altas. Se forem despejados diretamente na atmosfera, causarão ruído forte, sem elhante a uma explosão. A função do silencioso é arrefecer e expandir progressivamente os gases que escapam dos cilindros, reduzindo sua velocidade e eliminando os ruídos.



s. SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO

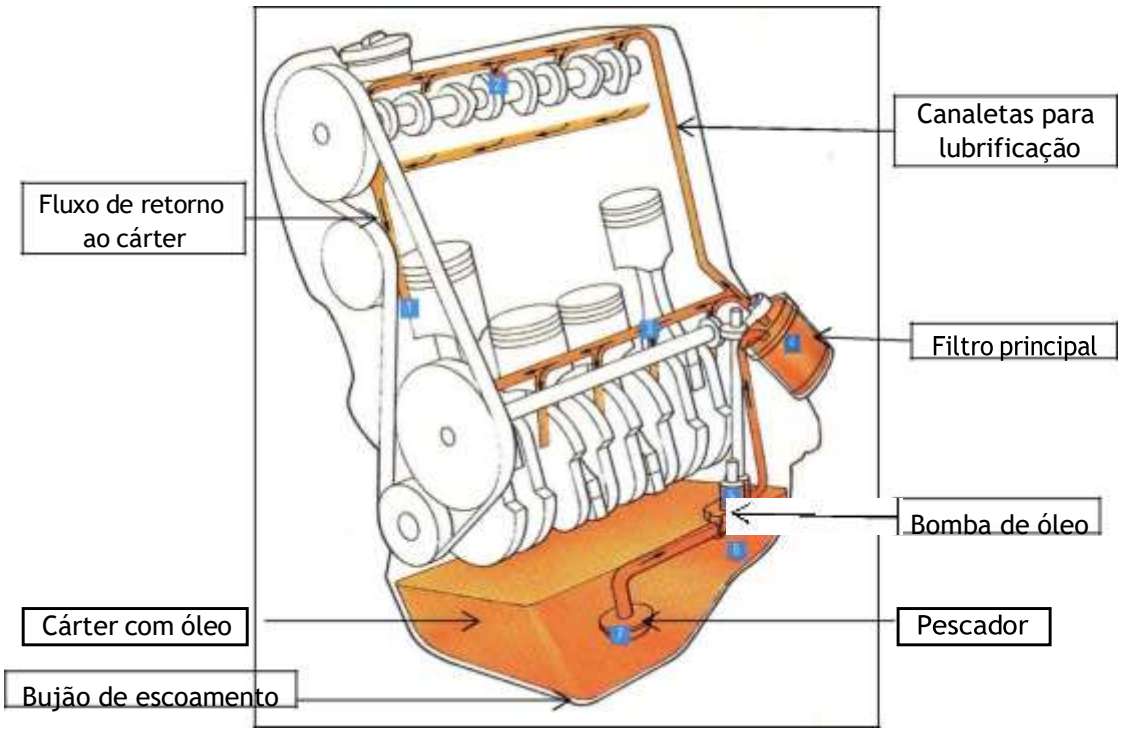


Quando uma peça metálica se desloca sobre outra, também metálica, suas superfícies em contato se aquecem e se desgastam. Diz-se que as peças se atritam.

O deslocamento das peças exige um certo dispêndio de energia e desenvolve uma quantidade de calor. O calor resultante do atrito pode atingir tal intensidade, que será capaz de "amolecer" o metal macio, a ponto de provocar a fusão dos dois metais. Para diminuir o efeito do atrito devemos, entre outros recursos, substituir o contato sólido por um contato fluido. Esse contato fluido é uma sucessão de atritos entre superfícies líquidas. Existem corpos que apresentam as características necessárias para sere m empregados como substitutos do atrito sólido pelo atrito fluido. Esses corpos denominam-se lubrificantes.

1) Constituição

Para que se realize a lubrificação de um motor, torna-se necessária a existência de um sistema que estabeleça e mantenha a lubrificação sob quaisquer condições de funcionamento.



2) O sistema é constituído normalmente de:

Reservatório

Dispositivo para recompletamento e renovação do óleo
Bomba de óleo
Filtro primário (pescador) e principal (de óleo) Dispositivo de ventilação do cárter
Radiador de óleo (opcional)
Válvulas

Lâmpada de aviso no painel
Tubulações, ranhuras e canaletas Manômetro

a) Reservatório

Utiliza-se como reservatório, normalmente, o semi-cárter inferior, que está conectado ao tubo de enchimento. Por este também se mantém a pressão atmosférica no cárter.

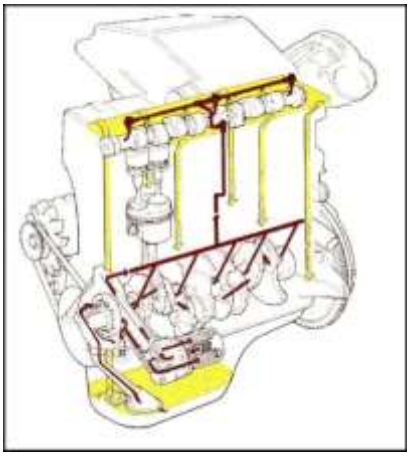
b) Dispositivo para recompletamento e renovação do óleo

É composto de:

Tubo de enchimento.

Vareta medidora (permite a verificação do nível do óleo e do estado do óleo).

Bujão de escoamento, situado na parte mais baixa d o semi-cárter inferior, permitindo o escoamento do óleo. Este bujão é magnetizado para atrair as partículas metálicas desprendidas durante o funcionamento do m otor e arrastadas pelo óleo quando de sua circulação.



c) Bomba de óleo

A bomba de óleo é o elemento que retira o óleo do cárter inferior e o impele, sob pressão, para as pa rtes superiores do motor. É acionada pelo próprio motor, normalmente através da ação da árvore comando de válvulas.

Por meio de tubulações rígidas e flexíveis, o óleo é conduzido pelos diferentes pontos de distribuição onde, por meio de canais e orifícios (galerias), vai lubrificar pistões, cilindros, mancais da árvore de manivelas e comando de válvulas, moentes, munhões, pinos dos êmbolos, engrenagens de distribuição, balancins e sua árvore (se for o caso) etc.

d) Filtro primário

O filtro primário (pescador) fica preso à entrada d e óleo, flutuando sobre este, de forma a sugá-lo sempre da superfície. Ele tem a fin alidade de reter as impurezas de maior tamanho. Consiste, basicamente, em uma tela de arame.

e) Filtro principal

O filtro propriamente dito (filtro de óleo) é colocado no caminho do óleo, depois da bomba. Filtra sucessivas vezes, removendo a maioria das impurezas que tenham sido recolhidas pelo óleo quando de sua circulação pelo motor.

O radiador de óleo é uma colméia intercalada no

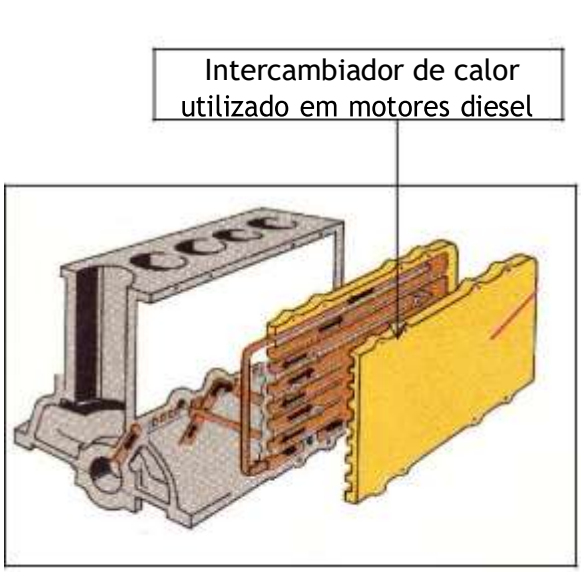
f) Dispositivo de ventilação do cárter

Consiste basicamente de um duto com respiro que liga o cárter ao coletor de admissão. Sua finalidade é retirar do reservatório os vapores de água e gasolina que são nocivos ao motor e lançá-los no coletor de admissão para que sejam queimados na combustão.

g) Radiador de óleo

Vista externa do dispositivo de ventilação do cárter do Motor VW

sistema para arrefecer o óleo circulante com a água ou o ar. Atualmente, auxilia também na elevação da temperatura do motor quando este está frio, utilizando a água do sistema de arrefecimento. Nestes casos, é conhecido como intercambiador de calor. Não existe em todos os motores, mas é bastante comum nos motores diesel e nos motores a gasolina de alto desempenho.



h) Válvulas

O Sistema de lubrificação possui dois tipos de válv ulas:

Válvula de alívio. Ela tem por finalidade regular a pressão de vazão do óleo que sai da bomba. Quando a pressão ultrapassa os valores normais ela abre uma passagem de retorno do óleo para o reservatório. Também é conhecida como válvula reguladora de pressão.

Válvula de segurança do sistema (ou "by pass"). El a é colocada em pontos de possíveis estrangulamentos para aliviar a pressão do fluxo quando esta atinge valores crítico s. Baseia-se no princípio de que é melhor um motor lubrificado com óleo impuro do que não ocorrer a lubrificação. Também é conhecida como válvula de segurança do filtro por estar localizada, normalmente, junta a este. Em alguns motores existe mais de uma válvula de segurança.

Válvula "by pass"

i) Lâmpada de aviso no painel

Sua finalidade é alertar o motorista para possíveis anomalias na lubrificação do motor.

É acionada quando a pressão cai abaixo dos valores normais. Caso estiver acesa, o motorista deve, inicialmente, parar o automóvel e desligar o motor. Pode ter as seguintes causas, algumas delas facilmente observadas pelo motorista:

Nível de óleo lubrificante baixo por falta de reposição normal

Nível de óleo lubrificante baixo por vazamentos

Obstrução do sistema (principalmente filtros)

Problemas elétricos na própria lâmpada, ficando acesa permanentemente

j) Tubulações, ranhuras e canaletas

As tubulações são condutores rígidos ou flexíveis q ue unem os diversos órgãos do

sistema de lubrificação. As ranhuras e canaletas sã o galerias por onde circula, internamente no motor, o óleo lubrificante que vai lubrificar as diversas partes.

k) Manômetro

É um instrumento colocado no motor que fornece, no painel do veículo, constantemente, indicações precisas sobre a lubrificação do motor. A pressão medida pelo manômetro é tomada, normalmente, no fim da galeria principal que é também a pressão da bomba.

l) Procedimentos para verificação do nível de óleo lubrificante

1º) Colocar o veículo em local plano;

2º) O motor deve ser aquecido até a temperatura normal de funcionamento. Pode, em último caso, ser ligado, no mínimo, 1 minu to;

3º) Após isto, desligar e aguardar 5 minutos para que o óleo retorne ao cárter; 4º) Retirar a vareta de verificação do nível de óleo, limpá-la com auxílio de um pano e introduzi-la novamente em seu compartimento;

5º) Ao retirar-se a vareta, o nível deve estar entre as marcas "máximo e mínimo" indicadas nesta. Fazer a leitura duas vezes consecutivas.

m) Cuidados especiais em veículos equipados com turbocompressor

Nos motores equipados com turbocompressor, uma linha de pressão de óleo é derivada externamente do motor para lubrificar e arrefecer o eixo do compressor-turbina, podendo antes passar por um filtro especial.

Devido às altíssimas rotações da turbina, nunca deve-se desligar o motor do veículo sem que este tenha ficado ao menos 1 minuto em marcha-lenta.

Caso ocorra o corte do motor e conseqüente ausência de lubrificação no eixo do compressor-turbina, com esta saindo de uma rotação elevada, os danos advindos podem ser graves.

n) Óleos lubrificantes para motores

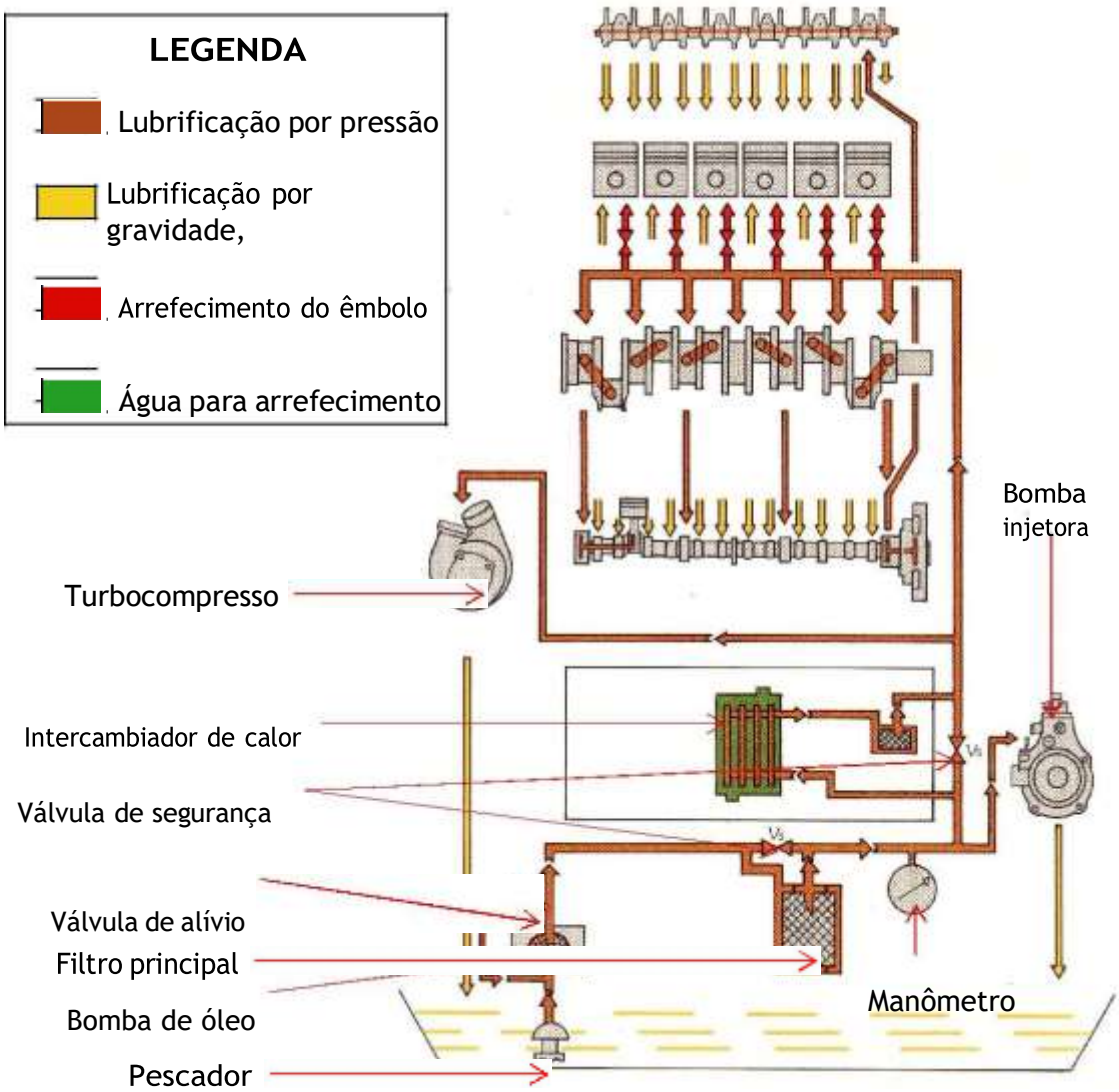
São duas as classificações mais utilizadas:

A primeira, baseia-se no grau de viscosidade e em uma categoria API. Nos motores a gasolina, vai, atualmente, de SA a SL, sendo esta última a mais completa (a partir de 2000). Nos motores a diesel, vai, atualmente, de CA a CF (a partir de 1994), sendo esta última a mais completa. A informação "20 W50" que vem após as letras, indica a viscosidade que o óleo trabalha em diferentes temperaturas e sua indicação para climas frios (W - do inglês "winter").

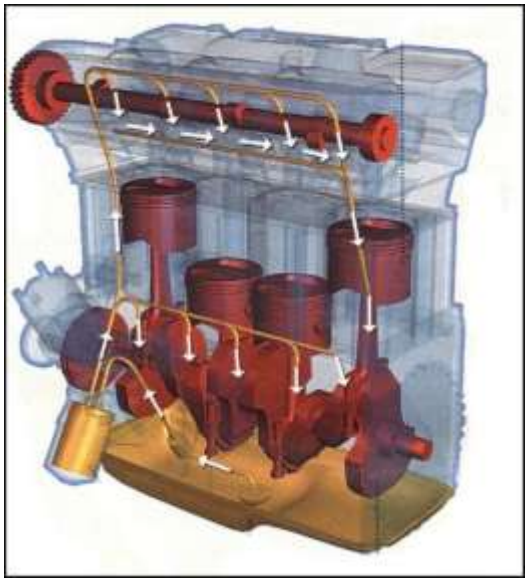
A Segunda, baseia-se em níveis de desempenho. Foi criada pelo Exército Americano e é aceita mundialmente como a mais completa. É reconhecida pelas iniciais "MIL-L-". Exemplo: Mil-L-2104-A , MIL-L-2104-D e MIL-L-46152-B.

Os óleos lubrificantes podem ser minerais, semi-sintéticos ou sintéticos.

A manutenção do sistema de lubrificação deve obedecer às indicações constantes no manual do fabricante do veículo. A troca do óleo de lubrificação no período correto e de acordo com as especificações do fabricante é condição essencial para o correto funcionamento do motor e aumento de sua vida útil.



Esquema do sistema de lubrificação de um motor dies el superalimentado



Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- MANUAL TÉCNICO. Manutenção do Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, 2000. (T5-505)

ASSUNTO 2.4
TÉCNICAS DE OFICINA

São três os elementos básicos a serem considerados na organização de uma oficina:
Local;
Material e;
Pessoal

Considerações sobre o local:
• Suas características influem diretamente nas condições psicossociais do trabalho;
• O planejamento racional do seu arranjo físico é um fator importante quando se trata de conseguir aumento de produtividade;
• Os pisos devem estar livres e limpos de óleo e graxa;
• As faixas de trânsito devem estar livres;
• As áreas perigosas e zonas de circulação devem estar demarcadas

Considerações sobre o material:
Ferramentas e equipamentos são requisitos básicos para a obtenção de um bom rendimento em quantidade e qualidade do trabalho;
Deve-se extrair das ferramentas o máximo de duração e rendimento, seguindo as prescrições de conservação, quando elas não estiverem em uso;
É importante observar o critério de controle e distribuição de ferramentas;
Devem ser feitas inspeções das condições do ferramental antes e após o uso;

Considerações sobre o pessoal:
A qualidade do serviço depende fundamentalmente da capacitação e do espírito de equipe da mão de-obra disponível;
A seleção do pessoal deve ocorrer durante todo o período básico;
Findo esse período, deve-se realizar uma qualificação nas Cia especializadas para nivelar o conhecimento dos mecânicos;
A cultura de segurança deve ser uma máxima lembrada a todo instante;

<u>Métodos de trabalho de uma oficina</u>

Dentre os vários existentes, serão apresentados dois dos mais reconhecidos e utilizados dentre as melhores práticas de mercado:
• TPM – *Total Productive Maintenance* ou MPT – Manutenção Produtiva Total;
• *RCM –ReliabilityCentered Maintenance* ou MCC –Manutenção Centrada na Confiabilidade.

E dois métodos mais generalistas:
• Método de trabalho em série ou em linha;
• Método de trabalho por unidade.

A MPT tem as seguintes características:
Engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e do eqp;
Participam a engenharia, a produção e a manutenção;

Congrega todos os níveis hierárquicos da empresa;
Processo motivacional na forma de trabalho em equipe.

Método de trabalho em série ou em linha (SEDE): é empregado quando necessita-se executar um volume grande do mesmo serviço, utiliza mão-de-obra altamente especializada, cada indivíduo executa uma parte do serviço como um todo.

Método de trabalho por unidade (DESTACAMENTOS): é empregado quando o volume de serviço é pequeno, utiliza mão-de-obra com conhecimentos generalistas e executa todos os serviços de um mesmo equipamento ou viatura.

Métodos de direção de pessoal de uma oficina

Aspectos cruciais para se definir um método para gestão de pessoas:

centralização ou descentralização;
ramificação (subchefia);
cadeia de comando (hierarquia) e;
nível de burocratização organizacional.

Método Autocrático ou Mecanicista de Gestão:
Hierarquia rígida;
Controles realizados por chefias autocráticas;
Pouca participação do colaborador (centralização)
Relação de confiança ruim pois a estrutura hierárquica exerce vigilância sobre o funcionamento do sistema;
O Fordismo, o Taylorismo e o Fayolismo são modelos de administração relacionados aeste tipode gestão de pessoal

Método Flexibilizado - participativo ou Lateral:
Os funcionários podem influenciar nas decisões;
Poder compartilhado (hierarquia mínima);
Operacionalização descentralizada;
Ênfase na cooperação entre as pessoas;
Foco na atuação da equipe, na autoestima e no comprometimento dos funcionários.

Método de Gestão por Competência ou Estratégica:
Esforços para planejar, captar, desenvolver e avaliar as competências (conhecimento, habilidades e atitudes) necessárias para alcançar seus objetivos;
Busca compreender quais são as competências organizacionais críticas para o sucesso da oficina, desdobrá-las em termos de competências profissionais e desenvolvê-las junto ao quadro de funcionários internos.

Regras Básicas de Segurança na Oficina

As quatro regras básicas são:

- Atentar para as condições e emprego do local;
- Atentar para as condições e emprego do material;
- Atentar para a utilização das máquinas e
- Atentar para os cuidados e ação de pessoal.

Atribuições dos chefes de oficina

Principais atribuições:

Fazer com que as medidas de segurança sejam incorporadas às rotinas de trabalho;

Assegurar-se de que seus subordinados têm conhecimento das medidas de segurança;

Identificar os riscos reais e potenciais e tomar precauções (plano de gerenciamento de risco);

Fazer discussões diárias de segurança e reunião de segurança;
Reprimir as práticas inseguras;

Investigar os acidentes, as causas e aplicar as medidas corretivas.

Ferramentas de uso comum

Alicate de Corte Lateral:

Cortar ou descascar arames, cabos ou fios

Alicate Universal:

Uso geral: segurar, cortar, dobrar, girar fios e arames

Alicate de Corte Frontal:

Cortes frontais em chapas, arames ou fios

Alicate de Pressão:

Sua pressão regulável dá aperto firme a porcas e/ou fixa de produtos para soldar

Chave Fixa de Boca (dupla):

Afrouxar ou apertar porcas e parafusos

Chave Tork (torx):

Chave utilizada em parafusos "torx", muito usado em automóveis. O formato em L dá efeito alavanca para aumentar o torque

Chave Allen:

Chave utilizada em parafusos sextavados. O formato em L dá efeito alavanca para aumentar o torque

Chave de Fenda:

Grandes esforços de apertar ou soltar parafusos

Chave Philips:

Pequenos esforços (para não espanar) de apertar ou soltar parafusos

Chave de Boca Regulável (Inglesa):

Utilizada em serviços onde requer mudanças e ajustes constantes de medidas do bocal de aperto.

CONFORME *Manual Técnico – T5-505. MANUTENÇÃO DO MATERIAL DE ENGENHARIA. 2ª Ed ., Brasília 2000*

ASSUNTO 2.5
MOTOSSERRA

OBJETIVOS:
- Identificar as características da motosserra.
- Descrever o funcionamento da motosserra.
- Descrever a operação da motosserra.
- Descrever os procedimentos de manutenção da motosserra.

b. Generalidades

É um equipamento portátil, necessitando de apenas um homem para operá-lo, empregado para derrubada de árvores, fazer toras, a parelhar madeiras e outras operações afins. Pode cortar em qualquer posição, s endo que todo o conjunto fica voltado para a posição de trabalho.

O assunto que hoje iremos estudar é importante para o futuro Sargento de Engenharia, pois, é necessário conhecer como funciona a moto-se rra, para poder operá-la corretamente e sem danificar o material, e realizar e cobrar do operador a realização da manutenção de 1º escalão, pois esta prolongará e mu ito a vida útil do equipamento.

O 3º Sgt de Engenharia muitas vezes recebe missões de combate onde precisa facilitar o movimento das tropas amigas e dificultar o das tropas inimigas, para executar esta missão, muitas vezes ele precisará utilizar a moto- serra para a derrubada de arvores ou a desobstrução de vias as quais a tropa por ele apoiada precisará passar.

Para estudarmos a moto-serra, precisamos relembrar a instrução de funcionamento de motores, e de manutenção preventiva, pois para operarmos corretamente a moto-serra, precisamos saber seu funcionamento e sua manutenção, para não pormos em risco a integridade física de nossos subordinados e na danificarmos a vida útil do equipamento.

A motoserra é um Eqp que deve ser empregado com muito cuidado e propriedade, pois seu uso indiscriminado na natureza pode causar danos irreversíveis, com o devastamento de áreas de preservação ambiental, para cortar arvo res deve-se ter autorização da autoridade competente.

b. Características

Veremos algumas características principais da motosserra STIHL 085, bem como suas partes componentes (fig 01)

- Motor a dois tempos monocilíndrico
- Ignição magnética com platinados
- Alimentação a gasolina
- Mistura de combustível com óleo 2T de 1/40
- Lubrificação da corrente: óleo HD, SAE 30, para motores.
- Peso: aproximadamente 8,4 Kg
- Capacidade do tanque de combustível: 600ml
- Capacidade do Tanque lubrificante: 286ml
- bomba de óleo: automática
- emprego fácil, porém especializado
- Trava de segurança
- embreagem no sistema de engrenagens de rotação da corrente
- potencia – 2,4 hp
- carburador com diafragma

c. Funcionamento

1) As motosserras, via de regra, têm um princípio d e funcionamento simples; vejamos, em linhas gerais, o funcionamento da motosserra Macrotop 45cc

2) O movimento de rotação do motor é transmitido através de um sistema de embreagem até o pinhão da corrente; a corrente, formada por elos de ligação unidos por rebites e contendo dentes de corte, é conectada ao pinhão sendo por este impelida a realizar um movimento de rotação apoiada em uma chapa metálica chamada de sabre.

d. Partes Componentes

1) Punho de apoio
2) Punho de partida
3) Acelerador
4) Afogador (posição shock - start)
5) Trava do acelerador
6) Reservatório de combustível
7) Reservatório de óleo lubrificante
8) Carburador
9) Carcaça
10) Sabre, guia da corrente ou facão
11) Corrente de corte (elo de ligação, elo de tração, dente de corte esquerdo, dente de corte direito, rebite
12) Sistema (parafuso) de regulagem da corrente
13) Porcas da tampa da embreagem
14) Tampa da embreagem
15) Freio da corrente
16) Sistema de lubrificação
17) Orifício de lubrificação
18) Regulagem de lubrificação
19) Pinhão
20) Garra

b) PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA:

1) Transporte o sabre com o motor desligado e o sabre apontado para baixo
2) use camisa manga longa
3) use capacete com viseira e protetor auricular
4) use luvas de couro específicas para operar motosserras
5) mantenha a corrente afiada e com a tenção ajustada para o movimento livre desta
6) nunca efetue o corte com a correia folgada
7) use sempre protetores ou calças específicas para as pernas
8) inspecione periodicamente o freio da motosserra
9) use botina com biqueira de aço
10) acelere o motor com o esforço exigido se a corrente estiver cega não force o motor
11) deve-se, ainda, durante o trabalho, retirar vestimenta ou jóias que possam prender-se na madeira ou arbustos.

Normas de segurança para operação:

a) Usar sempre o capacete.
b) Não fumar ao reabastecer com combustível a moto- serra.

c) Não deixar a moto-serra em funcionamento em luga res não arejado.
d) Não transportar a moto-serra com o motor em func ionamento.
e) Tomar uma posição firme e equilibrada ao serrar.
f) Ninguém deve permanecer no raio de ação da moto-serra.
g) Somente começar a serrar quando a corrente estiver em funcionamento.
h) Ao serrar com a moto-serra, segurar sempre com as duas mãos.
i) Para podar, utilizar a parte inferior da lâmina.
j) Nunca verificar a tensão da corrente com o motor em funcionamento.
k) Controlar seguidamente a tensão da corrente nova .
l) Ao transportar a moto-serra, colocar uma capa protetora na corrente.
m) Verificar com frequência se as porcas e parafuso s estão bem apertados.
n) Manter desobstruídas as aletas do cilíndros e as ranhúras de ventilação do arranque.
o) Para não danificar a corrente, controlar a lubri ficação, limpar a madeira na área de corte, eliminando terra, areia, pregos, cuidando para não encostar no chão e esticando-a novamente após os primeiros cortes.

f. OPERAÇÃO:

a) Toda pessoa que trabalhar com motosserras deve ser orientada e participar de cursos para operadores de motosserras. NÃO ENTREGUE UMA MOTOSSERRA PARA SER OPERADA POR PESSOAS NÃO HABILITADAS.

2) Processo de arranque

a) Antes de iniciar o trabalho, deve ser verificado se a máquina está em condições seguras de funcionamento sendo especialmente importantes os seguintes itens:
b) Verificação do nível de combustível;
c) Verificação do nível do óleo da corrente;
d) Sabre corretamente montado;
e) Corrente corretamente tensionada;
f) Freio da corrente (para os modelos que a possuem);
g) Sistema de aceleração e interruptor;
h) Acelerador e trava do acelerador.

Parte-se para os seguintes procedimentos:

- Acionar o freio da corrente (nos modelos que o possuem).
- colocar a chave do interruptor na posição contrár ia a “stop”.
- colocar a corrediça do afogador na posição “choque”, se o motor estiver frio, ou na posição contrária, se o motor estiver quente.
- Levar a alavanca do acelerador para a posição de meia - aceleração, pressionando primeiro a trava do acelerador, a alavanca do acelerador e, então, o botão de meia – aceleração. Depois, soltar primeiro a alavanca do acelerador e depois o botão de meia aceleração.
- Para dar o arranque na motosserra, segurar firmemente o cabo e, com a outra mão, puxar o manípulo de arranque até o encosto, puxando depois com firmeza e rapidez (até 70 cm). Após a primeira explosão, colocar imediatamente a corrediça do afogador em sentido contrário a “choke” (afim de evitar o “afog amento” do motor) e continuar dando o arranque.
- Quando o motor estiver em funcionamento, dar breve acelerada para que o botão de meia aceleração desengate e passe para marcha lenta.
- Colocar a extremidade do sabre frente a uma superfície clara e acelerar, nesta ação deve-se verificar a lubrificação da corrente.

- Para desligar o motor, colocar o interruptor na posição “stop”

Antes de iniciar qualquer trabalho é necessário ver ificar se está havendo a correta lubrificação da corrente; tal inspeção é feita segurando-se a motosserra ligada com o conjunto de corte montado sobre uma base clara: deve aparecer um vestígio de óleo em quantidade crescente.

Com o aumento da temperatura de trabalho, a corrente se dilata e forma um arco na parte inferior do sabre; caso tal alongamento seja muito grande, a ponto dos elos saírem da caneleta, é necessário reesticar a corren te, para que não salte fora; a corrente deve ser afrouxada após os trabalhos de corte.

2) Cuidados especiais na operação

Conforme já citado, a operação de motosserras deve ser realizada somente por elementos treinados. Algumas situações perigosas que podem ocorrer durante o trabalho com a motosserra são as seguintes:

Rebote – a motosserra é jogada para trás, num movim ento em forma de arco, em direção ao operador, quando a corrente encontra objeto duro (ocorre principalmente em desgalhamentos).

Empurro – quando a motosserra é empurrada em direção ao operador ao usar-se a parte superior do sabre.

Tração – quando o sabre é fortemente puxado para dentro do corte.

3) Técnicas de corte

Trabalhos de abate e desgalhamento só poderão ser executados por pessoas que receberam formação e instrução a respeito.

Madeira sob tensão – cortar primeiro do lado da pre ssão, depois, do lado da tração.

Determinar a direção da queda

Limpar o pé do tronco

Fazer entalhe direcional mais profundo (1/5 do diâm etro do tronco) do que alto; perpendicular à direção de queda

Fazer os cortes de cunha em ambos os lados do tronco, perpendicular ao entalhe (arvores de madeira resinosa, cortada no verão), no plano de corte de abate seguinte e menos fundo que a largura do sabre.

Fazer o corte de abate mais alto que a superfície do entalhe direcional, sem cortar o filete de ruptura, utilizando leque simples, múlt iplo e corte central

Aplicar cunhas

A técnica básica para derrubada é a preparação de dois talhes: o entalhe direcional, que determina a direção da queda do tronco, e o corte de abate

O corte de toras pequenas deve ser realizado sempre com a peça levantada do chão e apoiada em galhos ou toras.

5) Manutenção de primeiro escalão

Todas as operações de primeiro escalão estão descri tas nos manuais das motosserras e o equipamento possui um jogo de ferramentas para tais operações; citamos aqui algumas das principais:

Teste visual e limpeza geral da máquina – para veri ficação imediata de problemas e melhor operação;

Limpeza dos filtros de ar do carburador – para evitar perdas de potência do motor;

Regulagem do carburador – para obtenção de melhor rendimento e economia de combustível;

Troca do pinhão da corrente – após o mesmo sofrer desgaste acentuado;
Afiação da corrente – para melhor penetração na madeira
Troca do cordão de arranque;
Regulagem da abertura da vela de ignição;

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- MACROTOP, Indústria. Manual de instrução e serviço. Motosserras à Gasolina. Barra Velha: Disponível em http://www.macrotop.com.br/. 2009. Acesso em 10 JAN 2011.

ASSUNTO 2.6
GRUPOS ELETROGÊNEOS

1. Generalidades

São equipamentos destinados ao fornecimento de ener gia elétrica em corrente alternada, monofásica, em condições semelhantes à e nergia fornecida comercialmente; tal energia é usada para diversos fins, tais como iluminação, aquecimento, acionamento de outros equipamentos, etc.

Os grupos a serem estudados fornecem tensão de saíd a de 110V ou 220 V, freqüência de 60 HZ, para uma potência de 4, 5 ou 7 ,5 KVA.

São montados em duas estruturas metálicas , separad as por amortecedores de vibração. Na parte superior estão fixados o motor d iesel e o alternador. Na inferior estão montados os dispositivos telescópicos de transporte a braço e a proteção (carenagem).

Os grupos de 4 e 5 KVA são montados com acoplamento elástico, enquanto que no de 7,5 KVA o acionamento é por correias. (Figs 1 e 2).

2. Composição

A seguir, serão enumerados alguns dos principais co mponentes básicos dos grupos eletrogêneos.

Composição

Os geradores são compostos pelos componentes básico s a seguir:

- Motor diesel marca Agrale
- Alternador Negrini
- Acoplamento elástico ou polias
- Painel de comando do motor
- Estrutura metálica interna
- Amortecedor de vibração
- Estrutura metálica externa
- Painel de comando, controle e proteção
- Bateria
- Jogo de ferramentas

3. Funcionamento

O princípio básico de funcionamento é a transformação da energia térmica do combustível em energia mecânica que é, por sua vez, transformada em energia elétrica através do alternador.

Através da descrição do funcionamento das partes componentes, entenderemos o funcionamento, por partes, de nosso grupo eletrogên eo.

1) Motor diesel Agrale

É o elemento acionador do Grupo eletrogêneo, o qual fornece energia mecânica ao alternador. Está montado rigidamente sobre a estrut ura metálica interna e possui os sistemas básicos dos motores diesel a quatro tempos . Pos- sui um cilindro.

2) Alternador Negrini

É acionado pelo motor diesel, do qual recebe a energia mecânica necessária para fazer sua transformação em energia elétrica.

3) Acoplamento elástico (Grupos de 4 e 5 KVA) e Pol ias e correias (grupo de 7,5 KVA).

É o elemento que transmite a potência do motor diesel ao alternador. Além de sua função principal, amortece as pulsações e vibrações provenientes das explosões dentro do motor diesel, de modo a tornar mais constante a freqüência de saída da tensão no alternador.

4) Painel de comando do motor

Tem a função de comandar e monitorar o motor diesel. Está separa do painel de comando e controle principal para efeito de facilidade de manutenção.

5) Estrutura metálica interna

Mantêm o alinhamento entre motor diesel e alternado r.

6) Amortecedores de vibração

Amortecem as vibrações, choques e ruídos provenientes do motor diesel e do alternador.

7) Painel de Comando, controle e proteção

É o painel principal de comando do grupo eletrogêneo e contem os componentes necessários para a operação elétrica do grupo.

4. Operação

1) Antes da partida

a) Nível do óleo diesel no tanque
b) Nível do lubrificante no cárter
c) Materiais estranhos no grupo
d) conexões elétricas corretamente realizadas

2) Partida

a) selecionar tensão de operação.
b) Verificar chave reguladora de tensão na posição D ESLIGA.
c) Verificar se disjuntores estão na posição DESLIGA .
d) Colocar alavanca de aceleração do motor a meio curso.
e) Ligar chave de ignição no painel de comando do motor, verificando se lâmpada do alternador acende e se horímetro entra em funcionamento.
f) Partida do motor diesel:

Elétrica – pressionar botão de partida até ignição, soltando-o em seguida, se a partida elétrica não funcionar, partir para a partida manual.

Manual – encaixar manivela, girar alavanca de descompressão e puxar botão auxiliar de partida. Girar motor com manivela, mantendo alavanca de descompressão baixa até início da ignição. Soltar alavanca de descompressão e retirar, rapidamente, a manivela.

g) Acelerar motor até próximo do fim do curso da alavanca, checando o perfeito funcionamento do motor, e retornar com a alavanca a meio curso.
h) Ligar chave do regulador de tensão.
i) Verificar, no voltímetro, tensão correta realizan do ajuste, se necessário, no potenciômetro de ajuste, no painel de comando.
j) verificar, no frequencímetro, freqüência correta de 60 Hz, ajustando, se necessário, na alavanca de aceleração até freqüênci a atingir 61 ou 62 Hz.
k) Ligar ambos os disjuntores de uma só vez.
l) Com a carga já conectada, verificar tensão e fre qüência, ajustando-as se necessário.
m) verificar se pressão do óleo está correta, desli gando o motor caso não esteja.

3) Funcionamento

a) As cargas a serem aplicadas não podem ser superi ores aos valores previstos na seguinte tabela:

b) O regulador de tensão nunca pode ser desligado e nquanto o grupo estiver com carga

c) Em casos de emergência, para se tirar a tensão d os terminais ou tomadas, desliga-se os disjuntores ou passa-se a chave comutadora de tensão para a posição 0 (zero)

4) Parada

a) Desligar disjuntores de proteção.

b) Colocar chave do regulador de tensão na posição DESLIGA.

c) Colocar motor em marcha lenta gradativamente, mantendo-o nessa condição por cerca de 3 minutos, a fim de normalizar temperaturas do motor.

d) Parar motor pela alavanca de aceleração.

e) Desligar chave de ignição.

OBS: nunca parar o motor através da alavanca de descompressão.

5. Manutenção de Primeiro Escalão

A manutenção de 1º escalão é responsabilidade do op erador do grupo.

Quando o grupo não estiver em uso, deverá ser feita semanalmente.

Sempre que for utilizado, deverá ser realizada ante s e após o uso, bem como após deslocamentos rodoviários.

1) Roteiro de procedimentos

a) Antes do uso

- Abertura das janelas de ventilação
- Nível da bateria, combustível e óleo lubrificante
- Poeira, lama ou umidade
- Parafusos, fios ou coxins soltos
- Posição dos disjuntores e chave reguladora de tensão

b) Durante o uso

- Verificar tensão de saída do gerador
- Verificar rotação do motor
- Verificar pressão do óleo
- Verificar funcionamento horímetro
- Verificar vibração do equipamento excessiva
- Verificar aquecimento do motor
- Verificar tomadas auxiliares na placa frontal do painel

OBS: O diagnóstico de falhas consta do manual T 5 – 210 e neste, estão especificadas se as ações que deverão ser tomadas s ão de responsabilidade, ou não, do primeiro escalão.

c) Após o uso

Verificar disjuntores de proteção e chave do regulador de tensão Verificar tubos do dispositivo de transporte a braço

Verificar existência de poeira, lama, etc, após o uso

Verificar janelas de ventilação

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- MANUAL TÉCNICO. Grupo Eletrogêneo de 4-5 e 7,5 KVA Operação e Manutenção. Brasília: EGGCF, 1989. (T5 -205)

ASSUNTO 2.7
COMPRESSOR DE AR E FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS

OBJETIVOS:
- Idt as características dos componentes dos compressores e ferramentas pneumáticas.
- Descrever o emprego dos compressores e ferramentas pneumáticas.
- Idt o emprego dos compressores e ferramentas pneumáticas
- Descrever a operação dos compressores e ferramentas pneumáticas.
- Descrever os procedimentos de Mnt dos compressores e ferramentas pneumáticas.

a. Generalidades

O ar comprimido, como meio de racionalização de trabalho, tem sido empregado cada vez mais na indústria, da mesma forma que a eletricidad e ou o gás. O Compressor de Ar é bastante encontrado nas unidades de Engenharia, apresenta excelente flexibilidade em seu desempenho, e é encontrado em vários modelos e marcas.

b. Características do Compressor de Ar Atlas Copco
- Montado sobre reboque em suspensão de 2 rodas.
- Peso total 1.470 Kg, podendo ser tracionado por Vtr ¾ Ton.
- Pressão dos pneus do compressor 34 PSI.
- Comprimento total 3399mm.
- Largura total 1645mm.
- Altura total 1470mm.
- Capacidade do tanque 85 L.
- Tipo de filtro de ar do motor banho de óleo, filtro do compressor, ar seco.
- Embreagem tipo centrífuga.
- Pressão máxima de trabalho 125 PSI.
- Pressão normal de trabalho 100

PSI c. Funcionamento:

1) Circuito do Ar
- Filtros
- Cilindro de baixa pressão
- Refrigerador
- Cilindro de alta pressão
- Reservatório

O ar entra no compressor através do filtro de admissão, sendo aspirado para dentro do Compressor, de onde é comprimido, passando pelos cilindros e indo ficar armazenado no reservatório, onde aguarda a demanda das ferramentas pneumáticas. Os compressores podem ser:
- Monocilíndricos
- Policilíndricos
- Com para fuso sem fim

d. Partida:

- Verificar se o botão de parada do motor está tota lmente calcado
- Introduzir e virar a chave de partida

- Verificar se a lâmpada piloto acendeu
- Dar a partida
- Verificar a pressão de óleo do motor

- Verificar se a lâmpada piloto apagou
- Verificar a temperatura do óleo
- Deixar o motor funcionar por alguns minutos para aquecimento
- Observar a pressão de óleo do compressor
- Fechar os registros de ar
- Ligar a mangueira
- Abrir os registros para o trabalho

e. Parada:
- Desligar o motor
- Drenar o ar do reservatório
- Fechar os registros de saída

f. Manutenção de 1º escalão:
- Verificar a limpeza da máquina
- Limpeza dos filtros de ar e do carburador
- Drenar os sedimentos no tanque de combustível
- Verificar o estado de conservação do filtro de ar

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- COMPRESSORES, Zenit. Manual de ar comprimido. São Paulo. 1ª Ed: Disponível em http://www.zenoar.com.br/. 2006. Acesso em 10 JAN 2011.

FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS

a. Generalidades

Não obstante seja grande o número de ferramentas pn eumáticas existentes, os cuidados e a manutenção com as mesmas, suas conexõe s, mangueiras, etc, geralmente são negligenciadas.

Nesta nota de aula, estudaremos apenas alguns tipos de ferramentas standard de alguns compressores que normalmente acompanham o compressor no desempenho dos diversos trabalhos.

b. Martelete Rompedor de Pavimentação

1) Descrição

É destinado a trabalhos pesados em demolições, quebrar pavimentos de concreto, asfalto e tijolos, paredes, colunas piers e outros semelhantes. Uma adaptação para bate-estacas é fornecida também, e pode ser rapidamente adaptada, possibilitando assim a cravação de estacas com a mesma ferramenta.

2) Dados técnicos

a)Peso – 34,5 kg

b) Tipo de motor – de pistão

c) Consumo de ar – 33,3 libras por Seg (70 pés/3min)

d) Conexão para mangueira – ¾ polegada

e) Ponteiro de 16 pol, 3,7 kg, punho de 1 ¼ pol x 6pol.

f)Cinzel estreito e largo, respectivamente 3,8 kg e 4,1 kg, ambos com punho de 1 ¼ pol x 6 pol.

g) Cunha curta e comprida, respectivamente com 5,0 kg e 5,7 kg, ambas com punho de 1 ¼ pol x 6 pol.

h) Pá de 4,5 kg, punho de 1 ¼ pol x 6 pol, largura d e corte 80 mm.

i)Cortador de asfalto, 4,3 kg, punho de 1 ¼ pol x 6 pol, largura de corte 125 mm.

j)Bate-estaca.

4) Manutenção

É lubrificado com óleo OM-30 (em baixa temperatura, OM-10), através do lubrificador de linha, BLG-30 ou BLG-10.

5) Operação

a) Colocar a adaptação a ser empregada.

b) Executar a manutenção.

c) Adaptar na mangueira a tubulação de admissão, lub rificador de linha e conexão ao martelete.

d) Dar início, operando em baixa velocidade.

c. Martelete para Escavação de Argila

1) Generalidades

É uma ferramenta leve usada para pequenos trabalhosde escavação, limpeza, cortes altos em paredes, painéis e caixões de terra .

2) Dados técnicos

a) Peso – 9,5 kg.

b) Tipo de motor – de pistão.

c) Consumo de ar – 20 libras/ Seg (42 pés/3min).

d) Conexão para mangueira – ½ pol.

3) Adaptação

a) Ponteiro curto: 2,1 kg, punho de 7/8 pol x 3.1/4 pol.

b) Cinzal estreito curto: 2,1 kg, punho de 7/8 x 3.1/4 pol, largura de corte 35 mm.

c) Cunha: 2,5 kg, punho de 7/8 pol x 3.1/4 pol, largura de 35 mm.

d) Pá quadrada: 3,4 kg, punho de 7/8 x 3.1/4 pol, l argura de corte 110 mm.

e) Pá redonda: 3,1 Kg, punho de 7/8 x 3.1/4 pol, la rgura de corte 110 mm.

4) Manutenção

É lubrificado com óleo OM-30, em baixas temperaturas OM-10, através do lubrificador de linha BLG-30 ou BLG-10.

5) Operação

a) Colocar a adaptação a ser empregada.

b) Executar a lubrificação.

c) Adaptar na tubulação de admissão, lubrificador d e linha e conexão de martelete.

d) Dar início, operando em baixa velocidade.

d. Martelete Perfurador de Rocha, Modelo RH-571-3L

1) Generalidades

É uma máquina de peso médio, destinada a perfurações profundas em terreno sólido, pedras e rochas. Possui limpeza a ar e é adequado para furos de até 4 metros de profundidade com 27-40 mm de diâmetro.

O martelete RH-571-3L está equipado com segurador d e brocas forjado e mandril para brocas de 22 x 108 mm.

2) Dados técnicos
   a) Peso – 18,4 kg
   b) Tipo de motor – de pistão
   c) Sistema de rotação – por eixo de catraca
   d) Consumo – 37 libras/Seg (78 pés/3min) a 100 lb/pol² de pressão
   e) Conexão – ¾ pol.

3) Adaptações

É utilizado um conjunto de brocas que vai de 400 mma 4000 mm.

4) Manutenção

Os marteletes da série RH devem operar com lubrificador de linha BLG-30 acoplado à linha de ar, fornecendo lubrificação contínua e eficiente, assegurando maior rendimento, maior durabilidade e baixo custo de manutenção. É lubrificado com óleo OM-30, em baixas temperaturas com OM-10.

5) Operações
   a) Adaptar a broca na haste
   b) Executar a manutenção
   c) Adaptar a haste à ferramenta
   d) Colocar a tubulação de admissão
   e) Ligar a mangueira à tomada de ar, ao lubrificador de linha e à mangueira de admissão
   f) Operar no início, a baixa

velocidade. e. Socador Pneumático, Modelo

RAM-30

1) Descrição

É uma ferramenta destinada a compactação de pequenas áreas. Exemplo: compactação de aterros, de valetas de cabos e tubulações. São fáceis de manusear e se adaptam bem para trabalhos de compactação de aterros em volta de postes ou valetas onde o acesso é limitado.

Existe a versão RAM-308, com silenciador, é ideal para trabalhos na indústria e contribui para um ambiente de trabalho melhor. O silenciador reduz o ruído do escape em aproximadamente 11 decibéis, medido a uma distância de 1 metro.

2) Dados técnicos
   a) Peso, inclusive a soca – 18,5 kg
   b) Tipo de motor – de pistão
   c) Consumo – 20 libras/Seg (42 pés/3min)
   d) Conexão – ½ pol

3) Adaptações

Os socadores podem receber vários tipos de socas (p eça opcional) que variam de tamanho e formato.

4) Manutenção

É lubrificado com óleo OM-30, em baixas temperaturas com OM-10 através do lubrificador de linha BLG-30.

5) Operação

a) Colocar o lubrificador de linha entre as mangueiras de saída de ar do compressor e mangueira de admissão do socador.

b) Empunhar o socador e apertar a tecla da válvula de ar. Devido a relação ideal: potência de impacto/peso da ferramenta e ótimo balanceamento, permitem aos socadores "passear" na superfície das caixas, sendo que o operador precisa apenas guiá-los.

f. Esmirillhadeira de superfície, Modelo LSS-52-80-60

1) Generalidades

As esmerilhadeiras de superfície LSS da Atlas Copco são projetadas para serviços médios e pesados de esmerilhamento em superfícies bastante ásperas e para operação de corte. Elas também são usadas com escov a de aço para a remoção de ferrugem e de tinta, etc. A LSS 52 é uma ferramenta leve que é usada com disco de fibras revestidas com esmeril para realizar lixamento e esmerilhamento de chapa e de estruturas de aço, esmerilhamento de solda, preparação de superfícies para soldagem e limpeza leve com rebolo, copo ou disco de desbaste, especialmente onde o tipo de trabalho exige uma máquina manual.

2) Dados técnicos

a) Peso – 2,7 kg
b) Tipo de motor – de palheta
c) Velocidade livre – 600 RPM
d) Conexão – ½ pol

3) Manutenção

a) A ferramenta deverá ser desmontada para revisão e limpeza uma vez cada seis meses. Se a mesma está em serviço contínuo deverá s er revisada e limpa uma vez cada três meses.

b) O motor é lubrificado com óleo existente no interior do cabo da empunhadura. O óleo deverá ser conforme especificação da carta-gui a de lubrificação do fabricante (exemplo: óleo da ESSO para temperatura que vai de -15°C a + 10°C é o AROX 45. Se for graxa será BEAGON 2 ESSO).

c) Há no depósito de óleo um parafuso para regulagem do fluxo de óleo para lubrificação.

d) Deve-se verificar se está lubrificando o motor c olocando-se um papel no escape de ar, se manchar o papel é sinal que está havendo lubrificação.

e) Deve-se comprovar diariamente se há óleo no reservatório antes de pôr a máquina em funcionamento, bem como, a eficiência da lubrificação.

f) Pode-se também lubrificar o motor por meio de um lubrificador de linha Atlas Copco DIM-15C.

4) Adaptações

a) disco de fibra revestido com esmeril

b) Escova de aço

5) Precauções

a) O ar deve estar seco e limpo

b) Há o filtro de ar para a rede de ar, FIL 15 C

c) A mangueira deve ser soprada antes de ligar à má quina.

d) A máquina deve ser guardada em lugar sempre limp o e seco.

e) Sempre se deve constatar a rotação de funcionamento (600RPM).

f) Quando trabalhar com esmeril ou lixa ou mesmo escova de aço, usar lentes protetoras para os olhos.

g) Ter cuidado todo especial para não sofrer aciden te tocando as partes rotativas em contato com o corpo do operador.

g. Serra Pneumática, Modelo MRS 20

1) Generalidades

A serra pneumática MRS 20 é uma ferramenta destinad a a secionar materiais diversos como, por exemplo: madeira, plástico, borr acha, etc.

2) Dados técnicos

a) Consumo - 0,23 m^3/min

b) Motor – tipo pistão

c) Pressão de ar de funcionamento – 85 a 100 lb/pol^2.

3) Montagem da serra

a) A serra é montada com a posição dos dentes cortando no movimento de retorno.

b) A serra é introduzida no seu encaixe girando o silenciador de maneira que as travas do suporte da serra estejam visíveis.

c) Afastar as travas com uma chave hexagonal que se encontra na empunhadura.

d) Intercalar a serra através do guia e a ranhura no suporte com os dentes dirigidos abaixo da empunhadura. Se as condições de trabalho exigirem a serra pode ser montada com os dentes para cima.

e) Quando a extremidade da serra for vista através do terceiro orifício do suporte, os pinos-travas devem ser apertados fortemente.

4) Manutenção

a) Filtro de ar

(1) Se o filtro de ar estiver obturado, o suporte do filtro e o filtro devem ser limpos com parafina.

(2) O filtro de ar se desmonta afrouxando os seis parafusos da empunhadura com uma chave hexagonal de 5/32 pol.

(3) Quando a empunhadura separar do cárter, pode-se tirar dela o filtro de óleo com o suporte. Caso o filtro de óleo e o suporte estiverem danificados, devem ser substituídos por novos.

b) Pistão de válvula

Se o pistão de válvula funcionar lentamente ou se p arar devido, por exemplo, às impurezas que tenham penetrado no seu interior, dever-se-á tirá-lo e limpá-lo com querosene. Para tal, devem ser afrouxados os parafusos das partes inferior e superior do corpo de válvula e retirar o pistão. Depois da limp eza deverá ser o pistão polido com uma lixa fina.

5) Lubrificação

a) A serra é lubrificada com óleo que recebe de um reservatório de lubrificação que se encontra na empunhadura.

b) O depósito transparente de óleo deverá conter óleo até a metade do volume.

c) O depósito de óleo, estando cheio, é suficientepara um trabalho normal de uma jornada ou para um funcionamento contínuo de 5 dias.

d) Quando a ferramenta está em serviço contínuo, recomenda-se o uso do lubrificador de linha Atlas Copco DIM 15C.

e) O óleo indicado para esta ferramenta é o SAE 10W.

6) Precauções

a) O ar comprimido deve ser limpo e seco.

b) Deve ser instalado na linha de ar o filtro Atlas Copco FIL 15C.

c) A mangueira deve ser soprada antes de ser acoplada.

d) A freqüência de lâmina de serra é regulável por meio de um parafuso.

h. Furadeira Pneumática com avanço, Modelo RAB-9 VR

003 1) Generalidades

As furadeiras pesadas com avanço da série RAB são simples e confiáveis, e intensamente usadas para trabalhos mais variados como furar, alargar, mandrilhar e rosquear, em estaleiros, caldeirarias pesadas, navios, indústrias químicas e de estruturas metálicas.

Os componentes são usinados com precisão e as parte s móveis são cuidadosamente balanceadas, resultando de tudo isto excelente desempenho, ausência de vibrações e baixo consumo de ar. Os modelos reversíveis possuem lubrificador embutido, sendo que as não reversíveis pode ser for necidas com o mesmo, mediante pedido.

2) Dados técnicos

a) Velocidade livre – frente e ré, 300 RPM

b) Cone Morse – nr 2

c) Peso – 8,4 kg

d) Conexão – ½ pol

e) Comprimento de avanço – 75 mm

3) Adaptações

a) Equipamento padrão

(1) Niple para mangueira, peça nr 9000 0243

(2) Punho auxiliar, peça nr 4001 1930-01

(3) Porca de punho, peça nr 1000 6485-06

(4) Chave allen, 3/16 pol, peça nr 0902 0163

b) Equipamento opcional

(1) Coronha de empuxo, peça nr 4021 0124-86

(2) Adaptador para soquete de ½ pol, nr 4101 3415-8 0

(3) Punho de controle com trava de segurança, nr 4021 0155-82

4) Manutenção

As furadeiras RAB reversíveis possuem lubrificador interno. Suas engrenagens são lubrificadas com óleo SAE 90.

i. Esmerilhadeira Reta(Modelo LSR 33 S 180)

1) Generalidades

As esmerilhadeiras retas, série LSR, têm larga faix a de aplicação desde o esmerilhamento e acabamento leve, até o desbaste pesado com elevada taxa de remoção do material de limpeza fundidos, e acabamento de chapas pesadas. Além de rebolos comuns, com estas ferramentas também podem ser usados rebolos cônicos e escovas de aço.

Todos os modelos possuem um regulador de velocidade que mantém constante a velocidade de operação e a potência. Esse regulad or faz com que a velocidade em serviço permaneça abaixo do limite de segurança para os rebolos, reduzindo o consumo de ar por estrangulamento da admissão, enquanto a p otência máxima não for utilizada.

2) Dados técnicos
   a) Velocidade livre – 18.000 RPM
   b) Peso sem acessório – 1,4 kg
   c) Tipo do motor – palheta
   d) Conexão – 3/8 pol

3) Adaptações
   a) Rebolos redondos
   b) Rebolos cônicos
   c) Escova de aço.

4) Manutenção

a) O motor se lubrifica com óleo por um sistema de gotejamento efetuado diretamente pela corrente de ar. São necessários ap roximadamente 2,5 cm de óleo, para cada hora de trabalho. O óleo utilizado nesta máquina é o ESSO AROX EP 45 ou correspondentes de outras firmas produtoras.

b) Quando a máquina está em serviço contínuo, recom enda-se o uso do lubrificador de linha Atlas Copco DIM 15C. Por ocasião da revisão da ferramenta, deve-se lubrificar a válvula de estrangulamento e o regulad or de velocidade.

5) Precauções
   a) O ar deve estar limpo e seco.
   b) A dimensão da mangueira deve ser de 3/8 pol.
   c) Deve-se soprar a mangueira antes de acoplá-la.
   d) A ferramenta deve ser guardada em lugar limpo e seco.
   e) Deve-se sempre comprovar a velocidades de funcionamento da máquina (18.000 RPM).
   f) Usar lentes protetoras para os olhos ao operar a esmerilhadeira.
   g) Não se deve operar a ferramenta em velocidade in ferior à

especificada. j. Chave de impacto, Modelo LMS 14 HR

1) Generalidades

As chaves de impacto modelos LMS (com controle de torque embutido) compreendem uma série de tipos básicos para aperto de juntas rosqueadas.

2) Tipos de chaves
   a) Automotivas

Trabalhos de reparos e manutenção e trabalho com pequena freqüência de uso da ferramenta.

b) Serviço Standard

Trabalho de produção intermitente.

c) Serviço pesado

Trabalho de produção contínua com grande freqüência de uso. Trabalho de montagem onde as juntas são apertadas de forma rela tivamente pesada (cerca de 60% do ponto de ruptura). Trabalho de produção onde as ferramentas não são usadas com muita freqüência, porém, as juntas são apertadas co m torque muito elevado.

d) Serviço extra pesado

Alta produção com freqüência de uso. Juntas de fric ção. Trabalho de manutenção pesado (juntas emperradas e enferrujadas) com variações de freqüência de uso da ferramenta.

3) Dados técnicos

a) Pressão de funcionamento – 85 a 100 lb/pol².

b) Conexão – ¼ pol.

4) Adaptações

a) Soquetes

b) Adaptadores de Soquetes

c) Extensão

d) Juntas universais

e) Mandris para rosquear

f) Mandris rápidos

g) Pontas “Phillips”

h) Pontas fendas

i) Pontas “Allen”

j) Pontas fenda longas com guia

k) Adaptadores para “Bits”

l) Bits “Phillips”

m) Bits fenda

n) Bits “Allen”

o) Adaptadores de prisioneiros

p) Colocadores de prisioneiros

q) Porcas para colocar prisioneiros.

5) Manutenção

Para a lubrificação deve ser colocado óleo numa câm ara no punho da ferramenta. O lubrificante recomendado é indicado por uma relação de vários fabricantes.

6) Precauções

a) O ar comprimido deve estar limpo e seco.

b) A mangueira deve ser soprada antes de ser acoplada

c) A ferramenta deve ser desmontada a cada seis meses para lubrificação do mecanismo de impacto.

d) Se trabalhar em serviço contínuo, lubrificar o mecanismo de impacto uma vez por mês.

k. Bomba de Lubrificação

1) Descrição

Os lubrificadores pequenos tipos BLG 11 e BLG 22, compõem-se de uma câmara de óleo com bujão de enchimento e ema caixa de válvula ou corpo central

articulado, no interior da câmara de óleo, disposit ivos de regulagem e conexões de ar. Esses lubrificadores são indicados para perfuratriz es de rocha de tamanhos pequenos e médios, com um consumo máximo de ar da ordem de 6 m /min). Veja a tabela abaixo.

2) Funcionamento

O canal de ar comprimido na caixa da válvula ou cor po central é estranguladono centro, resultando disto um aumento da velocidade, e ao mesmo tempo, uma diminuição da pressão naquele ponto. Um pequeno canal liga a câmara de óleo com o ar comprimido no lado de admissão do ar, de onde resulta uma pressão estática que atua sobre a superfície do óleo. Em consequência da diferença surgida entre a pressão do óleo e a pressão no ponto de estrangulamento (abertura do canal) o óleo é forçado em direção do canal de ar comprimido onde é atomizado e arrastado pela corrente de ar.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- MANUAL TÉCNICO. Manutenção do Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, 2000. (T5-505)
-MACROTOP, Indústria. Manual de instrução e serviço. Motosserras à Gasolina. Barra Velha: Disponível em http://www.macrotop.com.br/. 2009. Acesso em 10 JAN 2011.
- COMPRESSORES, Zenit. Manual de ar comprimido. São Paul o. 1ª Ed: Disponível em http://www.zenoar.com.br/. 2006. Acesso em 10 JAN 2011.

ASSUNTO 2.8
EQUIPAMENTOS PESADOS DE ENGENHARIA

1. TRATOR DE ESTEIRA

a. Introdução:

O assunto que hoje iremos estudar é importante para o futuro Sargento de Engenharia, pois, é necessário conhecer como funciona o trator de Esteira, que é um equipamento muito utilizado pelos Batalhões de Engenharia, nos trabalhos de Engenharia que este executa, pois sendo um equipamento polivalente, e o sargento como responsável pela manutenção deve estar sempre atento para evitar operações que danifiquem o equipamento, o inutilize ou cause danos que diminuam sua vida útil, devido aos elevados custos de peças de reposição e manutenção, tendo em vista que o equipamento que veremos hoje é muito utilizado pela nossa engenharia, devemos sempre zelar pela sua correta operação e manutenção.

O 3º Sgt de Engenharia muitas vezes recebe missões de com seu grupo de engenharia para realizar trabalhos de limpeza de locais, desagregação de montículos, abertura de eixos e desmatamento e outros trabalhos, onde necessariamente precisará utilizar o trator de esteira para poder cumprir sua Missão.

O trator de esteira é muito empregado pelas unidades de Engenharia de combate nos seus trabalhos técnicos, e junto com outros equipamentos nos Batalhões de Engenharia de Construção, precisamos ainda relembrar a instrução de manutenção preventiva, para podermos fiscalizar corretamente a operação e manutenção da mesma, precisamos saber suas peculiaridades e particularidades, para não po rmos em risco a integridade física de nossos subordinados e na danificarmos o equipamento, diminuindo a vida útil do mesmo.

b. Generalidades

Os tratores de esteiras apresentam elevado esforço trator, conjugado com boa aderência no terreno, o que permite rebocar ou empurrar grandes cargas mesmo em rampas de forte declividade. Pode deslocar-se sobre terreno de baixa capacidade de suporte, devido as baixas pressões de contato de sua esteira, porém sua velocidade máxima é de 10 Km/h, impedindo por razões econômicas o seu deslocamento em grandes distâncias.

c. Características

- Motor: Diesel de 6 cilindros em linha, marca Cummins, com 2000 rpm
- Transmissão: Hidráulica, tipo power-shift
- Tanque de combustível: Capacidade de 350 l
- Cárter: Capacidade de 19 l de óleo lubrificante
- Lubrificação: Por bomba
- Emprego: Espalhamento de material, deslocamento de pedras, amontoamento, desagregação de montículos, desmatamento e pusher para moto-scraper.

Posições da lâmina

- Bulldozer: Perpendicular ao eixo longitudinal do trator.
- Angle-dozer: Formando com o eixo do trator um ângulo que pode ser para a direita ou esquerda.
- Tilt-dozer: Rotação da lâmina para a direita ou para a esquerda.

d. Funcionamento

O funcionamento é caracterizado pelo fluxo de força, gerado pelo motor e transmitido para transmissão que impulsiona a embreagem direcional que por sua vez movimenta a roda motriz, sendo todo este processo controlado pelos manches que regulam as válvulas.

A lâmina é impulsionada pelo óleo hidráulico, por pressão, produzida pela bomba hidráulica, passando pela válvula carretel, válvula de queda rápida e acionando os cilindros.

e. Manutenção de 1º escalão

- Verificar o nível de óleo do cárter
- Verificar o nível do óleo da transmissão
- Verificar o nível da água do radiador
- Inspecionar as correias
- Drenar a água do filtro
- Engraxar as articulações, as alavancas de embreagem e direção
- Engraxar as articulações das alavancas de comando da lâmina
- Engraxar as articulações e armações dos roletes

f. Meio ambiente

É muito importante o controle dos resíduos de petróleo para que não contamine o meio ambiente, podemos notar principal importância para apreservação da natureza.

São medidas de preservação do meio ambiente:

Ao trocar o óleo usar um balde para escorrer o óleo velho, além de uma lona para evitar pingo no solo;

Lavar a máquina em local adequado evitando o escoamento do resíduo resultante à natureza;

Separar locais destinados a estocagem de panos e buchas sujas de graxa e óleo utilizados na Mnt;

Não jogar pneus trocados na natureza, armazenar de maneira adequada e entregar a empresas que fazem a devida reciclagem;

Zelar para que exista um local adequado para estocagem de lixo resultante da Mnt.

É importante ressaltar que existem milhares de processos que beneficiamos o meio ambiente e são de responsabilidade de você futuro 3ºsgt cobrar.

2. PÁ CARREGADEIRA

a. Introdução

As carregadeiras são equipamentos largamente utilizados em construções, sobretudo em construções de estradas. Destinam-se inicialmente ao carregamento das unidades de transporte (caminhões basculantes), vagões de cargas, correias transportadoras, britadores, etc.

No início dos anos 40 surgiram as primeiras carregadeiras no Brasil. Essas carregadeiras foram, inicialmente, produzidas através de uma adaptação feita aos tratores de esteiras tradicionais. Tal adaptação, consistia em substituir a lâmina dos tratores de esteiras pela caçamba que é o implemento que caracteriza as carregadeiras. Finalmente, a partir de 1949 começaram a ser produzidas as primeiras carregadeiras, já então, projetadas de modo a atenderem as finalidades a que se propõe este tipo de equipamento.

b. Descrição Geral

As pás carregadeiras articuladas são construídas para serviços pesados, especialmente para proporcionar a máxima facilidade de operação para mover a maior quantidade de material no menor tempo possível.

A força motriz vem do motor, através do conversor de torque, passando pela transmissão e chegando até o conjunto dos eixos diferenciais.

Para transferência entre as unidades, são usados eixos cardãs com juntas universais.

O conjunto dos eixos possui tração constante nas quatro rodas, coros e pinhão helicoidais, redução adicional por meio de conjuntos de engrenagens planetárias dentro dos cubos das rodas.

Os freios de serviço à disco, proporcionam esforço de frenagem nas duas rodas dianteiras e o freio de estacionamento é mecânico.

No sistema direcional, são utilizados dois cilindros de direção, um de cada lado entre chassi dianteiro e o traseiro, o que permite ao operador maior domínio sobre a máquina com o mínimo de esforço ao volante.

Existem diversos acessórios de rápida adaptação que podem ser adquiridos opcionalmente, e que permitem aumentar a utilidade e produtividade da máquina para uma série de operações diferentes.

c. Tipos

Existem dois tipos de pá carregadeira: de esteiras e de rodas.

d. Movimento da Caçamba

As caçambas das carregadeiras podem, a rigor, executar três tipos de movimentos:

- abaixamento;
- levantamento;
- inclinação (para frente e para

trás). e. Funcionamento

1) Operação:

Durante o ciclo de trabalho, as carregadeiras podem executar quatro operações:

a) Escavação e carregamento

É a operação em que a máquina com a caçamba na posição de ataque (na horizontal), é lançada contra a pilha de material; ao mesmo tempo em que é inclinada para trás, de modo a enchê-la completamente.

b) Transporte

Nesta operação, o operador dirige ou gira a carregadeira, com a caçamba levantada (cerca de 40 cm do solo), para a unidade de transporte, de maneira a proceder aoperação seguinte.

c) Descarregamento

O operador, através da alavanca de inclinação, inclinará a caçamba para frente (operação inversa à escavação e carregamento), de modo a despejar o material dentro da unidade de transporte.

e. Características da pá carregadeira Michigan 55 C

Motor: Mercedes Bens OM-366; 06 cilindros; diesel; marcha lenta – 600 a 700RPM; máxima rotação – 2600 a 2700 RPM.

Capacidades:
- Sistema de arrefecimento (total) – 25 L;
- óleo do motor (cárter) – 14 L;
- transmissão e conversor de torque – 22 L;
- diferencial dianteiro e traseiro (cada) – 7,2 L;
- cubo das rodas dianteiro e traseiro (cada) – 3,8 L;
- tanque de combustível (utilizável) – 151,5 L;
- reservatório hidráulico – 113,5 L;
- sistema hidráulico (principal e direção) – 155 L.

Pneus: Pressões recomendadas – 45 PSI

f. Manutenção

A manutenção preventiva compreende os cuidados, serviços e inspeções do equipamento com a finalidade de mantê-lo em condições de utilização e de evitar ou corrigir pequenos defeitos.

A manutenção preventiva reduz a necessidade de serviços mais demorados e de reparações por escalões superiores.

Os operadores são responsáveis pela execução dos serviços de manutenção preventiva de 1º escalão(diária), pelo preenchimento de fichas e informações sobre a situação do equipamento.

OBS: Antes de iniciar a lubrificação da máquina verifique se ela está na "posição de serviço".
- Caçamba no chão;
- Freio de estacionamento aplicado;
- Motor parado;
- Chave de ignição fora do painel;
- Bandeira vermelha amarrada no volante da direção;
- Barra de segurança ligada;
- Rodas bloqueadas;
- Remova, cuidadosamente, todas as tampas de sistemas pressurizados, para aliviar a pressão.

g. ALGUMAS REGRAS DE SEGURANÇA:

- Não realizar deslocamentos com a caçamba carregada na posição "LEVANTAMENTO", superior a 40 cm do solo;
- Coloque a máquina em posição perpendicular a área de despejo, evitando o máximo áreas em desníveis;
- Ao levar a máquina de um local de trabalho para o utro, a caçamba deverá ser elevada cerca de 40 cm acima do solo e totalmente inclinada para trás, a fim de permitir máxima visibilidade e estabilidade.
- Percursos longos devem ser evitados. Caso não sej a possível evitar, algumas paradas são necessárias a fim de resfriar os eixos;
- Desligue a barra de segurança antes de movimentar a máquina;
- Nunca suba ou desça da máquina quando ela estiver em movimento;

- Dê uma volta ao redor da máquina para certificar- se que não há ninguém na "área de perigo" antes de subir para o compartiment o do operador. Use a buzina antes decolocar a máquina em movimento;

- Nunca transporte pessoal no equipamento (além do operador).

IMPORTANTE:
* LEIA TODAS AS INSTRUÇÕES CONTIDAS NOS MANUAIS DE CADA EQUIPAMENTO, ANTES DA PARTIDA.
* TRABALHE COM SEGURANÇA.

3. RETRO-ESCAVADEIRA

a. Generalidades

As Retro-escavadeiras são tratores com implementos de escavadeira e carregadeira, comumente vemos trabalhar as retro-escavadeiras sobre rodas. O nosso estudo se deterá na retro-escavadeira FB – 80 da FIATALLIS existente principalmente nos Batalhões de Engenharia de Combate e Construção. Existe ainda no mercado outros tipos de marcas como: CATERPILLAR, CASE, KOMATSU, MICHIGAN, etc.

b. Características técnicas

1)Capacidade do tanque de combustível: 98 l.
2)Pressão de trabalho: 175 bar.
3) Profundidade de escavação: 4.34 m.
4) Altura de carregamento da retro-escavadeira: 3.48 m.
5)Altura de carregamento da pá – carregadeira: 3.31 m.
6)Volume da caçamba da retro-escavadeira: 0.08 m3.
7) Volume da caçamba da pá – carregadeira: 0.76 m3.
Ângulo de giro da caçamba: 160º.
8) Ângulo de giro do equipamento: 180º.

c.Funcionamento

1) Operações Básicas
- Com a Caçamba (Diant):
- Nivelamento,
- Escavações,
- Carregamento de Caminhões
- Com a Caçamba (Retro):
- Valeteamento em geral
- Abrigos

d. Cilindros hidráulicos existentes na máquina:

- 02 (dois) cilindros para a lança da caçamba frontal.
- 02 (dois) cilindros para a inclinação da caçamba frontal.
- 02 (dois) cilindros das sapatas estabilizadoras.
- 02 (dois) cilindros de giro da lança da retro.
- 01 (um) cilindro do braço da lança.
- 01 (um) cilindro da lança.
- 01 (um) cilindro de inclinação da caçamba da retro.

O sistema hidráulico da caçamba frontal e da caçamba da retro-escavadeira é único. Porém a máquina conta com 02 (dois) conjuntos de comandos de válvulas distintos.

1) Comando de válvulas da caçamba frontal.

Possui 02 (duas) válvulas e são comandadas por 01 (uma) alavanca. Realizamos seguintes operações.

-Levantamento da caçamba.

-Abaixamento da caçamba.

-Inclinação da caçamba.

2) Comando da válvula da caçamba da Retro.

Possui 04 (quatro) válvulas e 04 (quatro) alavancas de comandos. Realizam as seguintes operações:

- Abaixamento e levantamento da sapata estabilizadora.
- Deslocamento da lança para frente e para trás.
- Abaixamento e levantamento do braço da lança.
- Inclinação da caçamba.
- Movimento de giro da lança.

3) Fluxo de funcionamento

Para melhor compreensão vejamos o fluxo que segue o funcionamento quando acionamos uma das alavancas de comando de válvula:

Tomada de força Bomba hidráulica, Óleo hidráulico, Mangueira de saída de alta pressão, Válvula de comando, Mangueira de alta pressão, Cilindro hidráulico, Mangueira de retorno, Filtro de óleo, Reservatório.

f. Manutenção

- É necessário movimentar a máquina por um período de aproximadamente 50 horas, obedecendo os seguintes critérios:

a) Depois de cada partida à frio, fazer funcionar por alguns minutos o motor na rotação mínima.

b) Não solicitar o motor à máxima potência por longo tempo;

c) Checar com frequência o sistema hidráulico para que não haja vazamento;

d) Verificar o indicador de restrição do filtro de ar;

- Verificar o nível do líquido de refrigeração;
- Verificar o nível de óleo do motor;
- Verificar o nível de óleo do hidráulico;
- Limpar os pivôs da carregadeira;
- Limpar os cilindros externamente.

4. MOTONIVELADORA

a. Generalidades

As motoniveladoras também chamadas de PATROL são máquinas autopropelidas que dispõem de ferramentas de ataque caracterizadas pelo comprimento maior que a altura com estrutura e órgãos necessários à sustentação e posicionamento da ferramenta para permitir nivelar, conformar superfície e taludes, abrir valetas de pouca profundidade e espalhar materiais sobre superfície.

O nosso estudo deter-se-á na motoniveladora KOMATSU – GD523A, R – 1DB, porém há outras marcas como: CATERPILAR, FIATALLIS.

b. Características: KOMATSU

1) Modelos e peso:

-GD 523A R – 1DB: 12890 Kg

-GD 623A R – 1DB: 14720 Kg.

2) Motor: GD 523A R – 1DB
-Marca: CUMMINS 6BT 5.9.
-Rotação máxima: 2500 rpm.
-Potência: 139HP/141 CV.
-Lubrificação: Por pressão.
-Combustível: Diesiel.
-Refrigeração: Água.

3) Sistema de Partida:
- Motor de Partida: 24 V (4KW).

4) Dimensões:
-Comprimento Total: 8,433 m.
-Largura total: 3,658 m.
-Altura total com cabine: 3,280m.
-Distância entre os eixos: 5,918m.
-Bitola dianteira: 2,413m.

5) Bateria:
-12 V (95 Ah) x 2.

6) Pneus:
-Dianteiros e traseiros: 13.00 x 24 – 10 PR.
-Pressão: 2,11 Kg/cm ^{2}

c. Emprego

A principal característica da motoniveladora é mobilidade da lâmina, permitindo-lhe as mais diversa posições. Os trabalhos realizados pela motoniveladora podem ser divididos em 02 (duas) fases; os de construção e os de manutenção de estradas.

A diferença não é muito grande, porém usam-se tipos mais pesadas para construção onde o movimento de terra é maior do que o realizado nas conservas.

Dentre os serviços executados os principais são:
-Taludamento e valeteamento.
-Escavação e raspagem.
-Espalhamento de material de aterro.
-Acabamento da camada de topo de terraplenagem.
-Construção de campos abertos ou de aviação.
-Construção de caminhos de serviços para basculantes moto-scraper.
-Escarificação do solo.

d. Organização Geral das Motoniveladoras
- Motor.
- Chassis.
- Conjunto círculo e lâmina.
- Escarificador.
- Cabine.
- Painel de instrumentos.
- Trem de força.
- Sistema de comandos de implementos:

1) Reservatório de óleo.

2) Registro de gaveta.
3) Filtro coletor de sedimentos.
4) Bomba hidráulica
5) Conjunto de admissão.
6) Conjunto da válvulas de controle.
7) Conjunto corpo de descarga.
8) Tubulações.
9) Cilindros.

e. Funcionamento

É caracterizado pelo fluxo de força gerado no motore transmissão pelo trem de força as rodas pneumáticas.

O funcionamento é caracterizado pelo fluxo de força, gerado pelo motor e transmitido para embreagem principal, caixa de mudança, transmissão angular, tração final, bengalas, rodas motrizes centrais, rodas motrizes externas, correntes, semi-eixos e rodas pneumáticas.

A lâmina é impulsionada pelo óleo hidráulico, por pressão, produzida pela bomba hidráulica, passando pelo comando de válvulas e acionando os cilindros.

f. Manutenção de 1º escalão

Verificar o nível de óleo do cárter
Verificar o nível do óleo da transmissão
Verificar o nível da água do radiador
Inspecionar as correias
Drenar a água do filtro
Engraxar as articulações das alavancas de comando da lâmina Verificar a pressão dos pneus

A manutenção é verificada junto à carta-guia de manutenção que acompanha o equipamento e deve ser sempre consultada no caso de dúvida.

5. COMBOIO LUBRIFICANTE - CL

a. GENERALIDADES

Todo o Eqp de Eng necessita de manutenção quer seja diária, semanal, mensal, etc. Diante deste panorama, é necessário compreender que em uma Cia E Construção destacada nem sempre será possível retornar seus Eqp para a realização da referida Mnt, assim cabe a utilização de um Eqp Chamado comboio lubrificante.

1) Este comboio lubrificante possui em sua estrutura óleos utilizados na maioria dos Eqp de Engenharia:
a) Óleo lubrificante do Motor
b) Óleo da Transmissão
c) Óleo Hidráulico
d) Líquido de Freio
e) Óleo da direção hidráulica
f) Óleo Diesel
g) Líquido arrefecedor

b. CARACTERÍSTICAS

O comboio lubrificante é composto de um compressor de ar, movido a diesel, para comprimir os tambores com os produtos de lubrificação e enviá-los com pressão ao Eqp a ser Mnt

Além disto, também possui 3 tambores de 200 litros com Óleo Lufrificante, Óleo da Transmissão, e graxa.

Com todos os seus apetrechos o CL é capaz de manter em perfeito funcionamento as máquinas de todo um destacamento, mesmo a quilômetros de distância de sua oficina.

Mantém a vida útil no tempo previsto pelo fabricante.

6. MINICARREGADEIRA – "BOBCAT"

a. GENERALIDADES

É necessário conhecer como funciona o trator multiuso, um equipamento muito utilizado pelos Batalhões de Engenharia, nos trabalhos de Engenharia que este executa, pois sendo um equipamento polivalente, é largamente empregado em diversos tipos trabalhos, não só no Exército, como também na construção civil.

E o sargento como responsável pela manutenção deve estar sempre atento para evitar operações que danifiquem o equipamento, o inutilize ou cause danos que diminuam sua vida útil, devido aos elevados custos de peças de reposição e manutenção, devemos sempre zelar pela sua correta operação e manutenção.

O 3º Sgt de Engenharia muitas vezes recebe missões de com seu grupo de engenharia para realizar trabalhos de limpeza de locais, carregamento de material, perfuração de buracos, abertura de valas, desagregação de montículos e outros trabalhos, onde necessariamente precisará utilizar o trator multiuso para poder cumprir sua missão.

b. CARACTERÍSTICAS

1) Possui os seguintes implementos:
   - Carregadeira
   - Retro-escavadeira
   - Niveladora
   - Lâmina dozer
   - Empilhadeira

2) Dados técnicos:
   - Combustível: óleo Diesel
   - Capacidade do tanque: 95 litros
   - Potência do motor: 50 HP a 3600RPM
   - Peso máximo com implemento: 2948 kg
   - Comprimento: 3,26m
   - Largura: 1,56 m
   - Altura: 2,05m

3) Dados de operação:
   a) Carregadeira:
      - Carga rasa: 0,3m^3
      - Carga coroada: 0,38m^3
        - Capacidade de tombamento: 1550kg
        - Capacidade de carga: 770kg
        - Alcance da caçamba (altura máxima de 45°): 5 metr os
        - Altura de descarga: 3,03m

b) Empilhadeira:
- Capacidade 770 KG.

c. OPERAÇÃO
- Direção e tração - Velocidade de deslocamento e direção controlados por duas alavancas manuais.
- Hidráulicos - Elevação do braço e descarga da caçamba controlados por dois pedais ou controles manuais opcionais.

d. MANUTENÇÃO DE 1º ESCALÃO
- Verificar o nível de óleo do cárter
- Verificar o nível do óleo hidráulico
- Verificar o nível da água do radiador
- Inspecionar a pressão dos pneus
- Drenar a água do filtro de combustível
- Engraxar as articulações, as alavancas de embreagem e direção
- Limpeza do filtro de ar
- Abastecimento do equipamento

7. GUINDAUTO MUNCK

a. Características
- Guindauto Munck 4811;
- Capacidade do reservatório do óleo hidráulico: 50 L;
- Capacidade nominal: 5 tonelada metro;
- Comprimento das lanças:
  * 6,0 m - 835 kg
  * 5,0 m - 1.000 kg
  * 4,0 m - 1.250 kg
  * 3,5 m - 1.400 kg
  * 3,0 m - 1.650 kg
  * 2,5 m - 2.000 kg
  * 2,0 m - 2.500 kg
  * 1,7 m - 3.000 kg como carga máxima.

OBS: As cargas máximas a serem levantadas são proporcio nais às distâncias da ponta da lança ao eixo da coluna.

A fim de oferecer segurança, o comando do equipamento é dotado de uma válvula limitadora de pressão, que entra em funcionamento q uando se pretende elevar carga superior às indicadas, desde que a pressão do equip amento esteja devidamente regulada, dentro das relações especiais nas instruções de manutenção acima.

b. Funcionamento

1) OPERAÇÃO:

a) Colocar o veículo em ponto morto.

b) Freiá-lo convenientemente.

c) Acionar a embreagem e engatar a alavanca da tomada de força.

d) Colocar-se em posição operacional e verificar o nível de óleo do equipamento.

e) Acionar as alavancas dos pés de tal maneira a apoiá-lo sobre o solo, até livrar o caminhão de qualquer esforço resultante do trabalho.

f) Não esquecer que a lança está no apoio. Jamais d everá ser movimentado ogiro em primeiro lugar.

g) Utilizar alternadamente as alavancas do braço, lança e giro, possibilitando ao equipamento efetuar os mais variados tipos de movimento de carga.

h) Depois de terminados os serviços com o Guindauto Munck, devemos colocá-lo na posição de transporte. Cuidados devem ser tomados na colocação da lança no seu apoio, vagarosamente e na posição correta.

i) Acionar as alavancas dos pés hidráulicos de tal forma a recolhê-losinteiramente.

Precaução: Verificar sempre antes de mover o caminhão se os pés estão totalmente recolhidos.

j) Pisar na embreagem, desengatar a alavanca da tomada de força.

Precaução: Atenção especial deve ser tomada para não se movimentar o veículo com a alavanca de tomada de força engatada.

O Guindauto Munck em sí é de fácil operação e depois de poucas horas de treino, uma pessoa estará habilitada a manuseá-lo convenientemente. Entretanto, um tempo maior é necessário para educar o operador de maneira a torná-lo apto a usá-lo nas necessidades mais particulares de seu trabalho.

2) Comandos hidráulicos:

1ª - Aciona o braço para tirá-lo do descanso.

2ª- Abre a lança (2º Pistão).

3ª - Movimenta a lança telescópica.

4ª - Aciona a sapata esquerda.

5ª - Aciona a sapata direita.

6ª - Comanda o giro da lança.

c. operações que não devem ser executadas pelo Guindauto Munck

1) Deslocar o poste plantado, com movimento oscilatório.

2) Arrancar postes sem o saca poste.

3) Arrastar postes ou deslocar outras cargas, utilizando o sistema de giro.

4) Girar o equipamento em grande velocidade.

5) Movimentar o veículo com carga suspensa pelo Guindauto Munck.

6) Efetuar levantamento de pesos acima de nossa especificação com a lança toda estendida.

d. Consequências da desobediência aos ítens acima

1) Danos gerais no sistema de giro do guindauto Munck com reflexos no chassis do caminhão e torção da coluna.

2) Abalos gerais tanto no sistema de ligação, braço e lança do guindauto Munck, como também no braço especificamente.

3) Estragos mecânicos no conjunto coluna, braço e l ança.

4) Torção da coluna e abalos generalizados no sistema de giro, e, possível torção do chassis do caminhão.

5) Estragos generalizados dos componentes hidráulic os.

6) Possibilidade de torção e ruptura do sistema de lança e extensão da

lança. e. Recomendações

1) Na operações de remover postes plantados é indispensável a utilização do saca poste;

2) É recomendável a colocação do veículo em posição favorável à carga e descarga, evitando-se desta maneira o arrasto da mesma. Em caso em que isto é impossível, operações simultâneas de levantamento e aproximação devem ser efetuadas, até que a carga esteja próxima ao caminhão, podendo-se, então, efetuar definitivamente o carregamento do caminhão.

3) No levantamento de cargas elevadas, recomenda-se a utilização do Guindauto com a lança recolhida, mesmo que esta carga esteja bem próxima da coluna.

f. Manutenção

1) Cuidados diários:

a) Verificação do nível de óleo no visor.

b) Verificação das condições de conservação das man gueiras e terminais do sistema hidráulico.

c) Verificação geral de todas as partes mecânicas q ue compõem o Guindauto Munck.

2) Cuidados semanais:

a) Limpeza geral de todo o equipamento.

b) Limpeza do respiro do reservatório de óleo.

c) Engraxar todos os pontos de lubrificação.

3) Cuidados mensais:

a) Verificação da pressão de trabalho.

b) Reaperto geral dos parafusos

3) Cuidados semestrais:

a) Verificação da viscosidade do óleo; estando esta fora da especificação normal trocá-la.

b) Limpeza do reservatório de óleo e do filtro.

OBS: A manutenção preventiva, convenientemente executada, conservará o equipamento nas melhores condições de operação e se mpre pronto para ser utilizado. Reduz a necessidade de serviços mais demorados e de reparações por escalões superiores. Em consequência, são economizados tempo , pessoal e dinheiro, além de prolongar a vida do equipamento consideravelmente.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- MANUAL TÉCNICO. Manutenção do Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, 2000. (T5-505)
- MANUAL DE CAMPANHA. O Soldado de Engenharia. 3ª Ed. Brasília: EGGCF, 1997. (C 5-13).

ASSUNTO 2.9
SEGURANÇA NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE ENGENHARIA

OBJETIVOS:
- Identificar os equipamentos de proteção individual e coletivos (EPIs e EPCs) a serem utilizados na operação e na manutenção dos equipamentos de engenharia.
- Identificar as medidas de proteção e prevenção de acidentes na operação e na manutenção dos equipamentos de engenharia.

1. INTRODUÇÃO

"Nada pode reviver o homem; mas algo pode mantê-lo vivo. " desconhecido"

a. Esta instrução serve apenas para ilustrar procedimentos básicos de segurança.

Todo militar deve conhecer as normas de segurança pois isto o fará evitaracidentes.

Algumas precauções adicionais deverão ser tornar conforme a operação segura, além de você futuro 3º Sgt de Eng deverá conhecer o programa e as normas de segurança de sua OM e as normas de segurança de cada Eqp quanto ao seu trabalho.

b. "O bom militar é aquele que trabalha por si e pelos outros"

Trabalhar com segurança é planejar todas as ações pessoais com antecedência, a fim de prevenir-se contra o mau comportamento de terceiros e as condições adversas, para isso precisa desenvolver habilidade e aptidão.

É dever do Sgt preocupar-se SEMPRE!!!!!! com a segurança de seus subordinados, para isto deverá sempre trabalhar visando um possível erro ou descuido de qualquer subordinado e assim tomando ações preventivas.

2. RESPONSABILIDADES:

Antes de começar a falar sobre segurança devemos lembrar que se ela não existir haverá com grandes possibilidades algum tipo de acidente.

Estes acidentes, em detrimento do tamanho e potencia dos Eqp de Eng poderão ser fatais.

a. É válido lembrar aqui neste estudo que os acidentes podem ser por 3 causas:
- Imperícia
- Imprudência
- Negligência

b. Evitar estas causas é simples:

1) Imperícia:

- Cabe a qualquer superior hierárquico supervisionar a ação de seu subordinado, assim, orientar ou mesmo proibir trabalhos de agentes não especializados
- Nenhum militar é autorizado a operar Eqp sem ser especializado para tal.

2) Imprudência:

- Dentro do principio de operação e funcionamento de cada máquina existe as limitações de operação.

- Assim devemos evitar ir além dos limites da máqui na

- Nunca colocar prazos apertados na frente da velocidade padrão de trabalho, que conseqüentemente acarretará em quebra de limites, epor fim acidentes.

- Evitar excesso de confiança, desta forma diminuirá o risco de acidentes.

- Todo Operador deve estar dentro das capacidades de trabalho,independente do tempo em que trabalha na mesma função.

3) Negligencia:

- Evitar desobedecer às regras de Segurança
- Seguir orientações do manual de operações
- Jamais realizar algo arriscado
- Nunca deixar de utilizar EPI
-etc

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

– MANUAL TÉCNICO. Manutenção do Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, 2000. (T5-505)
- BRASIL. Política de Gestão Ambiental do EB. Brasíli a. Portaria n° 570/Cmt Ex, de 6 NOV 01
- BRASIL. Diretriz Estratégica de Gestão Ambiental no EB. Brasília. Portaria n° 571/Cmt Ex, de 6 NOV 01

ASSUNTO 2.10
MANUTENÇÃO PREVENTIVA

1. GENERALIDADES

O assunto que hoje iremos estudar é importantíssimo para o futuro Sargento de Engenharia, pois, os equipamentos sem uma correta manutenção, certamente terá sua vida útil diminuída e consequentemente reduzirá a o peracionalidade da Unidade. Além do alto custo de peças e mão de obra.

A manutenção preventiva é uma prática que acompanha rá o sargento pelo resto de sua carreira, pois nossa arma possui muitos equipamentos e sempre um sargento estará a frente de uma equipe para realizar a manutenção preventiva.

A manutenção preventiva se aplica a todos os equipamentos da nossa Engenharia, e o sargento de engenharia irá utilizá-la em todas as instruções, não só em equipamento de engenharia, como em todas as equipagens de pontes.

Durante a realização de qualquer tipo de manutenção deve haver a preocupação com o meio ambiente, para não haver o derrame deste mat erial sobre o solo, ou sobre local natural. Além dos líquidos resultantes da lavagem de 1º escalão do Eqp, deve ser devidamente escoado a um local de tratamento de resíduos.

AGENTE	ATRIBUIÇÕES
Departamento de Engenharia de COnstrução (DEC)	- Estabelecer normas técnicas para as atividades de manutenção do material de engenharia e fiscalizar sua aplicação. - Supervisionar tecnicamente a manutenção do equipamento de engenharia com a realização de inspeções oportunas. - Prestar assistência técnica aos usuários do equipamento de engenharia por meio dos estabelecimentos de ensinos e das empresas civis. - Atender às necessidades das unidades de manutenção do equipamento de engenharia e das OM apoiadas, atráves de repasse de recurso e de suprimentos específicos. - Autorizar o recolhimento de materiais de engenharia para os parques e arsenais dentro da cadeia de manutenção.
Regiões Militares	- Acompanhar a manutenção realizada nos equipamentos existentes no território regional, levantando as necessidades de cada organização. - Supervisionar o desenvolvimento dos trabalhos de manutenção do material de engenharia realizados nos Órgãos de Manutenção Regionais. - Acompanhar a evacuação dos equipamentos de engenharia das OM apoiadas para as Unidades da cadeia de manutenção.
Encarregado da manutenção	- Confeccionar os planos de manutenção e os quadros de manutenção preventiva e corretiva, em parceria com os mecânicos e os operadores. - Preencher os livros e fichas registros do equipamento. - Conduzir a execução da manutenção orgânica e de campanha, esta nas OM de engenharia. - Orientar os operadores quanto à correta manutenção orgânica dos equipamentos de engenharia.
Observação: Os comandantes de todos os escalões são diretamente responsáveis pela manutenção do equipamento e material de engenharia de suas unidades.	

a. Responsabilidade pela manutenção

1) Responsabilidade do Comando

- Os comandantes de todos os escalões são diretamente responsáveis pelo emprego correto e pela manutenção adequada do equipamento de suas unidades.

2) Responsabilidade da Diretoria de Engenharia Construção (DEC)

- Estabelecer princípios e diretrizes e tomar providências referentes à supervisão das atividades de apoio e de manutenção do equipamento, juntamente com a Diretoria de Material deEngenharia.

3) Responsabilidade do Comandante de Unidade

Cabe aos Comandante de Unidade:

a) Fazer executar a manutenção orgânica do equipame nto sob seu controle.

b)Realizar inspeções de comando do equipamento de suasunidades, entre outras funções.

b. Atividades de Manutenção

Manutenção é o conjunto de atividades que visam a conservar permanentemente o material em condições de emprego eficiente quer evitando o desgaste antecipando, querpreservando-lhe o primitivo estado inicial. As atividades de manutenção do material de engenharia compreendem a conservação, reparação e recuperação, dentre as quais ressaltam-se:

1) a limpeza;
2) a utilização adequada do equipamento;
3) o reabastecimento ou o recompletamento de combustível, óleo, lubrificantes e água;
4) a troca de componentes ou peças de reposição; e
5) as inspeções de rotina.

c. Organização do Sistema

1) O sistema de manutenção está dividido em três categorias:
   a) manutenção orgânica;
   b) manutenção de campanha;
   c) manutenção de retaguarda.

a) Manutenção Orgânica

É a manutenção executada pela OM que possui ou tem sob seus cuidados o material.

Compreende:

- operação correta,
- inspeção,
- limpeza,
- assistência,
- guarda adequada,
- lubrificação, como também reapertos e substituições de peças que não exijam mão-de-obra muito especializada.

CATEGORIA	ESCALÃO	ÓRGÃO(S) ENCARREGADO(S)
Manutenção Orgânica	1º	OM (operador)
	2º	OM (oficina de Mnt)
Manutenção de Campanha	3º	OM Eng (Mat Orgânico da OM) B log (Mat das OM da GU) Pq R Mnt (Mat das demais OM)
	4º	Pq R Mnt
Manutenção de Retaguarda	5º	Arsenais de Guerra

Estão enquadrados dentro da Mnt Orgânica a de 1º Es calão e 2º Escalão.

Primeiro Escalão

Existe na manutenção essencialmente preventiva ou de conservação, realizada através de cuidados, no trato diário de verificação, de limpeza e de lubrificação. Pode incluir reapertos e substituições de peças que não impliquem em regulagens de relativa precisão.

Segundo Escalão

Compreende as operações procedidas por pessoal especializado e orgânico das próprias OM detentoras do material. Consiste na realização de pequenos reparos, ajustagens e substituições de peças e pequenos conjuntos.

b) Manutenção de Campanha

É realizada pelos órgãos de apoio às unidade, sendo suplementada com serviços prestados por organizações civis de comprovada especialização. Consiste quase sempre na substituição e reparação de peças e conjuntos defeituosos, para restabelecer as condições de uso do material.

Estão enquadrados dentro da Mnt de campanha a de 3º Escalão e 4º Escalão.

Terceiro Escalão

É executado pelas organizações encarregadas ou que tenham encargos de apoio direto. O seu trabalho, a par da substituição e reparação de peças e conjuntos, consiste, ainda, na suplementação e cooperação no que compete ao 2º escalão. O 3º escalão, no sistema em vigor cabe às seguintes OM.

(1) B Log – para o material orgânico da guarnição q ue apóia;

(2) OM de Engenharia – para o material de engenharia orgânico da própria OM.

(3) Pq R Mnt, por intermédio de equipes móveis – para os materiais das demais OM.

Quarto Escalão

É novamente realizado pelas organizações de manutenção de apoio ao conjunto, que mantém considerável estoque de peças de reposição, possuem pessoal de maior habilitação e são dotadas de ferramentas e equipamentos sofisticados e aparelhos de testes mais precisos. Sua principal função é efetuar trabalhos de manutenção de maior complexidade, devendo o material reparado retornar à unidade de origem ou, excepcionalmente, permanecer em depósito para posterior redistribuição. A OM

encarregada da manutenção do 4º escalão é o Pq R Mn t, para o Material de Engenhariade todo o território da RM.

c) Manutenção de retaguarda

É a manutenção realizada por órgão militares altamente especializados, cujo trabalho é complementado pelo de organizações civis auxiliares (grandes oficinas e fábrica). É constituído pelo 5º escalão de manutenção.

Quinto Escalão

É executado por organizações normalmente do âmbito de um exército, cujo objetivo é realizar trabalho de vulto – a recuperação – em que o equipamento usado, objeto de seus serviços, fica como novo. O material recuperado no 5º escalão, descarregado "a priori" da OM detentora, constitui estoque a ser redistribuído. A OM encarregada desse tipo de manutenção é o Arsenal.

2) Plano de Manutenção Preventiva

Os serviços de manutenção preventiva são prescritos em vários intervalos (diários, semanais, semestrais) e devem ser sistema ticamente programados, executados e registrados. O modelo anexo poderá ser usado para a programação da manutenção preventiva dos diversos tipos de equipamentos de engenharia existentes nas OM.

Instruções para o preenchimento da Ficha-Plano de Manutenção Preventiva.

a) Anular, de acordo com o calendário, os dias feriados, sem expediente, sábados e domingos.

b) Na sequência, lançar a letra "S" (Semanal) de fo rma a dar cobertura a todos os equipamentos.

c) Lançar a letra "M" (Mensal) anulando na semana a letra "S" que seria prevista.

d) Lançar a abreviatura "Sm" (Semestral) anulando na semana a letra "S" ou "M" que seria prevista.

e) Para efeito de dados, considerar os números do e xemplo, de uma Unidade com 12 equipamentos de engenharia na carga. Para efeito de programação considerar que deverão ser realizadas:

(1) 12 Mnt S (por semana) = 48 S por mês;

(2) 12 Mnt M (por mês) = 12 M por mês;

(3) 2 Mnt Sm (por mês) = 2 Sm por mês.

f) Antecipar, de acordo com a possibilidade, as Mnt M (Mensal) eSm (Semestral) para o 1º dia útil da semana.

g) A programação de M e de Sm deve, tanto quanto possível, ser prevista de modo que apenas um equipamento fique parado para manutenção.

h) Aplicação – Os serviços de manutenção preventiva são prescritos em vários intervalos (diário, semanal, mensal e semest ral) e devem ser sistematicamente programados, executados e registrados. O presente modelo poderá ser usado para a programação de manutenção preventiva de todos os tipos de equipamentos existentes em qualquer unidade.

i) Método de programação – A programação deverá ser feita, a lápis, no ano anterior ao do plano, mostrando a data a natureza do serviço. Os serviços deverão ser divididos igualmente pelos dias úteis do mês, a fim de que seja mantido um trabalho constante de manutenção e uma utilização máxima do equipamento. Inutilizar, com um

traço vertical, as colunas referentes aos dias não úteis. Os símbolos abaixo deverão ser empregados:

(1) S1, S2, S3, S4, etc: para designar sucessivas manutenções semanais;

(2) M – Para designar manutenção mensal;

(3) Sm – Para designar manutenção semestral;

(4) P – Para indicar a indisponibilidade por falta de peças;

(5) A – Para designar a indisponibilidade por acidente;

(6) O – Para indicar que o equipamento se acha no órgão de manutenção do escalão superior;

(7) R – Para designar que o equipamento aguarda reparação.

Os serviços de manutenção mensal e semestral não serão numerados. Os espaços entre os serviços programados permanecerão em branco, exceto para os símbolos autorizados.

Execução – O oficial responsável pela Mnt dos equip amentos da UA, ou outra autoridade designada examinará o plano diaria mente e tomará as providências necessárias para assegurar a execução dos serviços programados.

Quando um serviço é executado conforme o plano, o símbolo será recoberto a tinta.

Quando, devido a circunstâncias imprevistas, a exec ução de um serviço é retratada, o símbolo original feito a lápis deverá ser circunscrito e recoberto a tinta; os serviços subseqüente serão programados a partir da data do símbolo circunscrito.

Equipe de trabalho - Dentro do QO de pessoal especializado, o oficial responsável deverá organizar e designar equipes che fiadas por graduados (Cb ou Sgt), definindo mensalmente o encargo atribuído a cada uma, efetuado o rodízio para evitar a rotina e a limitação de trabalho imposto para cada tipo de manutenção (S - M - Sm). Para orientação geral, apresentamos os seguintes dados:

(1) 1 equipe para executar a Mnt Mensal.

(2) 2 equipes para executar a Mnt Semestral.

(3) 1 ou 2 equipes para executar a Mnt Eventual.

(4) Arquivamento do Plano - O Plano deverá ser arqu ivado durante 1 ano para efeito de apuração de responsabilidade.

A folha seguinte publica um modelo de Plano de Manutenção Preventiva.

Etiqueta de Lubrificação

(1) A etiqueta de lubrificação fornece indicações sobre os tipos de óleo e graxa a usar em cada Eqp e o período da substituição expresso na marcação a atingir em horas ou Km de funcionamento. Ela é fixada ao Eqp a fim de que seus dados sejam de conhecimento do operador. Ao executar-se a inspeção ao Eqp, a etiqueta de lubrificação devera ser observada para comprovação da manutenção preventiva. Atualmente, a DML recomenda o seguinte tipo de etiqueta de lubrificação:

(2) OM é a encarregada do preenchimento. A ficha além do cabeçalho onde estão indicadas RM e local (da OM) se compõe de 04 (quatro) partes onde devem constar:

(a) Equipamento - Dados do equipamento - excluído os do motor:

(b) Motor - Características do motor:

(c) Suprimento Classe III - Tipo de combustível, do(s) lubrificante(s) e capacidade do(s) reservatório (s).

(d) Histórico - Origem órgão provedor que fornece ou a OM de onde foi transferido o equipamento e demais dados solicitados.

FRENTE		
_____ OM Eqp: _____ Mat: _____		
ÓRGÃO	TROCA	LUBRIF
Motor	20-4-99 10000 Km	
Diferencial	15-9-99 10000 Km	
Cx Direção	15-9-98 5000 Km	
Embreagem (disco)	20-10-90 0 Km	
Purificador de ar	15-9-99 10000 Km	
Hidráulico	-	
Graxeiras	20-4-99 10000 Km	

(FRENTE)

VERSO		
_____ OM Eqp: _____ Mat: _____		
ÓRGÃO	TROCA	LUBRIF
Motor	20-4-99 12500 Km	
Diferencial	15-9-99 15000 Km	
Cx Direção	15-9-98 15000 Km	
Embreagem (disco)	20-10-90 20000 Km	
Purificador de ar	15-9-99 12500 Km	
Hidráulico	-	
Graxeiras	20-4-99 12500 Km	

(VERSO)

Livro Registro de Equipamento de Engenharia

(3)

(4) O Livro de Registro de Equipamento de Engenharia tem como finalidade registrar a vida do equipamento. Devem ser efetuados os seguintes registros:

(a) informação sobre o equipamento;
(b) dados relativos a manutenção orgânica e de camp anha;
(c) histórico do equipamento;
(d) ferramentas, sobressalentes, acessórios e implementos;
(e) acidentes;
(f) horas trabalhadas;
(g) consumo de combustíveis e lubrificantes;
(h) serviços executados;
(i) pneus;
(j) baterias;
(k) inspeções;
(l) dados adicionais.

(5) O registro de lubrificação, no livro, deverá se r feito somente para intervalos a partir de 50 horas.

(6) Os demais registros de manutenção até 3º escalã o de ser efetuados em fichas e/ou no Plano de Manutenção Preventiva

(7) O registro de manutenção realizada de 4º e 5º e scalões devera ser executado, no livro, de forma sucinta.

(8) Registrar informações relativas as diversas alterações ocorridas com o equipamento, de forma sucinta, tais como: transferê ncias, trabalhos especiais, etc.

(9) Registrar de modo sucinto a natureza, extensão das avarias sofridas pelo equipamento e as providências tomadas.

(10) O registro de pneus devera ser feito de modo a permitir o controle davida e a indicação dos rodízios dos mesmos.

(11) O livro ficara em poder do órgão de manutenção da OM, sendo entregue ao operador em caso de inspeções, manutenções periódicas do equipamento e afastamento do equipamento da guarnição, por prazo superior ou igual a 72 horas.

(12) O equipamento, ao ser transferido de unidade, será acompanhado dorespectivo livro registro.

(13) Ao ser recolhido a órgão de manutenção, o equipamento devera ser acompanhado do livro com a escrituração em ordem e em dia.

(14) A escrituração será da responsabilidade do órg ão de manutenção, até o retorno à unidade de origem ou redistribuição.

(15) Se a manutenção for realizada em firma civil, o respectivo registro cabe a OM detentora ou órgão de manutenção.

(16) Uma vez preenchidos os registros do livro, o mesmo deverá ser encerrado e aberto um outro em substituição.

(17) A razão da exigência deste registro é a utiliz ação correta de um material de alto custo e grande interesse para o Exército.

(18) A verificação da escrituração dos livros pode ser incluída nos assuntos das inspeções dos Comandos de RM nas OM que possuam equipamento de engenharia. Nas referidas OM, o livro poderá ser objeto dos pro gramas de instrução para mecânicos e operadores de equipamento.

j) Ficha - Cadastro de Equipamentos

(1) A Ficha-Cadastro de Equipamento e o que deve ser preenchido pela OM para cada equipamento ou material de engenharia movido a motor de combustão interna (a gasolina, a óleo diesel, a álcool ou outro combustível que venha a empregar; A sua finalidade e ter, de cada maquina, elementos necessários ao acompanhamento da manutenção e a solicitação de quota de combustível. As OM, ao receberem equipamentos motorizados, devem remeter através da RM ao escalão superior a ficha correspondente ao; novo equipamento.

(2) Todas as OM, devem preencher o fichário - Cadas tro de Equipamento. A ficha além do cabeçalho onde estão indicadas RM e local (da OM) se compõe de 4 quatro partes onde devem constar:

(a) Equipamento - Dados do equipamento - excluído os do motor:

(b) Motor - Características do motor:

(c) Suprimento Classe III - Tipo de combustível, do (s) lubrificante (s) e capacidade do (s) reservatório (s).

(d) Histórico - Origem órgão provedor que fornece ou a OM de onde foi transferido o equipamento) e demais dados solicitados.

DMB DME				RM :..... OM :..... LOCAL:.....		
EQUIPAMENTO	NOMENCLATURA..... POTÊNCIA.....NEE.....EB..... MARCA.....MOD.....SÉRIE.....					
MOTOR	MARCA.....MOD.....SÉRIE..... POTÊNCIA.....CONSUMO/HORA.....					
SUPRIMENTO	DISCRIMI-NAÇÃO	COMBUS-TÍVEL	LUBRIFICAÇÃO			SISTEMA HIDRÁULICO
			CÁRTER	TRANS-MISSÃO	TRANSMIS-SÃO FINAL	
CLASSE III	TIPO					
	CAP/RESER-VATÓRIO					
HISTÓRICO	ORIGEM..... VALOR..... INCL CARGA..... ANO FABRICAÇÃO..... VIDA UTIL..... EMPREGO.....					

2. ÓLEOS e DERIVADOS DO PETRÓLEO

Para começar é necessário entender que existem os seguintes tipos de óleos utilizados na maioria dos Epq de Engenharia:

a. Óleo lubrificante do Motor
b. Óleo da Transmissão
c. Óleo Hidráulico
d. Líquido de Freio
e. Óleo da direção hidráulica
f. Óleo Díesel
g. Líquido arrefecedor
h. Óleo queimado, cuidados e destino.

Então para se ter o controle do Material que será e mpregado no Eqp existe a importância de se conhecer cada elemento destes, qu e são fundamental para a vida, desempenho e durabilidade das máquinas.

a. Óleo Lubrificante do Motor.

É o elemento químico responsável pela vida útil do motor. O Óleo Lubrificante possui Três funções:

- Lubrificar
- Limpar
- Arrefecer (ajudar a resfriar)

Porém basicamente devemos entender que o nenhum motor pode receber qualquer tipo de óleo, a não ser o recomendado pelo fabricante.

Vejamos para curiosidade quais são as classificaçõe s do óleo lubrificante:

1) Classificação SAE:

A Sociedade dos Engenheiros Automotivos dos Estados Unidos classifica os óleos lubrificantes pela sua viscosidade, que é indicada por um número. Quanto maior este número, mais viscoso é o lubrificante e são di vididos em três categorias:

Óleos de VERÃO: SAE 20, 30, 40, 50, 60
Óleos de INVERNO: SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W
Óleos multi viscosos (inverno e verão): SAE 20W-40, 20W-50, 15W-50
Obs.: a letra "W" vem do inglês "winter" que signif ica inverno.

2) Classificação API:

Desenvolvida pelo Instituto Americano do Petróleo, também dos Estados Unidos, baseia-se em níveis de desempenho dos óleos lubrificantes, isto é, no tipo de serviço a que a máquina estará sujeita.

São classificados por duas letras, a primeira indic a o tipo de combustível do motor e a segunda o tipo de serviço. A sigla API aparece associada a dois conjuntos de letras:

API S?, API C? ou API S?/C?.
API-S? - para motores à gasolina;
API-C? – para motores a diesel;
API-S?/C? – para ambos os motores

A última letra (?) indica a quantidade de dispersan tes e antioxidantes. Quanto mais próxima ela estiver do final do alfabeto, mais moderno e aditivado será o lubrificante. Ex: SH é mais aditivado que SG.

Portanto, quanto mais próximo ao final do alfabeto, de melhor qualidade o lubrificante é, por conseqüência, mais caro.

b. Óleo Hidráulico:

É o elemento químico que se usa no Sistema Hidráulico de uma máquina.

Para melhor entendermos basta pensar como uma retro-escavadeira levanta sua concha?

Existe um sistema hidráulico que se utiliza do óleo hidráulico para transmitir movimento através de princípios de forças simples,porém muito eficazes.

Uma Bomba hidráulica gira e manda óleo hidráulico p ara os dutos e mangueiras que através de um comando de válvulas liberam óleo com grande vazão, transformando esta vazão em força através da ação dos pistões.

Então a característica básica do Óleo do Hidráulico é muito diferente para o Óleo lubrificante, pois o da transmissão precisa ser res istente a carga e a altas temperaturas.

c. Óleo da Transmissão:

É o elemento químico responsável pelo movimento do trator do Eqp. Este óleo é bombeado

Cada Vez que utilizar estes materiais, deverá tomar todo o cuidado possível para que não seja derramados respingos ou quantias sobre o solo, o que causará efeitos a natureza.

Cuidados com a contaminação interna do Eqp. Para isto, basta não deixar partículas entrarem em contato com os lubrificantes, nem com a parte interna dos sistemas.

Deverá cuidar para que não haja confusão com os tip os de óleo, pois terá prejuízo de Mnt e danos irreversíveis à máquina.

Além disto, existem especificações do fabricante que deverão ser seguidas para o bom desempenho do Eqp.

Para facilitar a escolha do lubrificante correto para veículos automotivos várias são as classificações, sendo as principais SAE e API

Óleos multi viscosos (inverno e verão): SAE 20W-40, 20W-50, 15W-50

Obs.: a letra "W" vem do inglês "winter" que signif ica inverno.

Classificação API:

Desenvolvida pelo Instituto Americano do Petróleo, também dos Estados Unidos, baseia-se em níveis de desempenho dos óleos lubrificantes, isto é, no tipo de serviço a que a máquina estará sujeita.

É classificado por duas letras, a primeira indica otipo de combustível do motor e a segunda o tipo de serviço. A sigla API aparece associada a dois conjuntos de letras: API S?, API C? ou API S?/C?.

API-S? - para motores à gasolina;
API-C? – para motores a diesel;
API-S?/C? – para ambos os motores

A última letra (?) indica a quantidade de dispersan tes e antioxidantes. Quanto mais próxima ela estiver do final do alfabeto, mais moderno e aditivado será o lubrificante. Ex: SH é mais aditivado que SG.

Portanto, quanto mais próximo ao final do alfabeto, de melhor qualidade o lubrificante é, por conseqüência, mais caro.

ATENÇÂO: Importantíssimo: Você pode usar um lubrifi cante acima da letra especificada (estará pagando mais caro por isso, ma s nem sempre é necessário um óleo de maior especificação), porém nunca deve usa óleo de especificação API menor (Exemplo: se seu veiculo exige SJ, nunca coloque SE,SF, etc)

Lembrando que se o veículo tiver especificação API_SG pode ser Usado SH, SJ, sem prejuízo ao Motor.

REFERÊNCIAS

- MANUAL TÉCNICO. Manutenção do Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, 2000.

(T5-505)

- MANUAL TÉCNICO. Motor de Popa Jonhson 40 hp operação e Manutenção . Brasília:EGGCF, 1989. *(T5-205)*
- MANUAL TÉCNICO. Grupo Eletrogêneo de 4-5 e 7,5 KVA Operação e Manu tenção.Brasília: EGGCF, 1989. *(T5-205)*
- MACROTOP, Indústria. Manual de instrução e serviço. Motosserras à Gasolina. Barra Velha: Disponível em http://www.macrotop.com.br/. 2009. Acesso em 10 JAN 2011.
- COMPRESSORES, Zenit. Manual de ar comprimido. Sã o Paulo. 1ª Ed: Disponível emhttp://www.zenoar.com.br/. 2006. Acesso em 10 JAN 2011.
- MANUAL DE CAMPANHA. O Soldado de Engenharia. 3ª Ed. Brasília: EGGCF, 1997. (C5-13).
- BRASIL. Política de Gestão Ambiental do EB. Brasília. Portaria n° 570/Cmt Ex, de 6 NOV 01
- BRASIL. Diretriz Estratégica de Gestão Ambiental no EB. Brasília. Portaria n° 571/Cmt Ex, de 6 NOV 01

CAPÍTULO IV - SUPRIMENTO D'ÁGUA
ASSUNTO 4.1
ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CAMPANHA

1. Generalidades

A água absolutamente pura, nunca é encontrada na natureza. A água para uso militar,
deve ser livre de germes patogênicos e de substâncias tóxicas bem como de quantidades excessivas de matéria orgânica e minerais, podendo nessas condições, ser destinada ao
consumo humano. Além disso, quando o tempo e o aparelhamento permitem, a água deve ser límpida, sem odor ou sabor acentuado e fresca.

As missões táticas não podem ser bem executadas, se as tropas não dispuserem de água de boa qualidade em quantidade suficiente. A água é ainda mais importante do que a alimentação. Nas épocas de muito calor, ou quando submetido a trabalho físico intenso o soldado pode ser posto fora de ação em 24hs, se houver falta de água. A saúde de toda a tropa está nas mão dos operadores de equipamentos de purificação d'água. Eles devem conhecer suas funções e executá-las bem.

2. Responsabilidades pela água a. Comandante de Unidade

É o responsável pela obtenção da quantidade de água necessária a toda tropa sob seu comando, em qualquer ocasião, devendo esclarecer a todos seus comandados o perigo que existe em beber águas suspeitas e ainda não tratadas. Deve impor rigorosa disciplina de água são:

1) beber somente água tratada;
2) não desperdiçar água tratada;
3) proteger as fontes de água pela observação de bons hábitos sanitários.

b. Arma de Engenharia

É responsável pelo fornecimento de água tratada par a todos os fins a todas as unidades do Exército. É também responsável pelo projeto, aquisição, instalação, operação e manutenção do equipamento de suprimento de água. Além disso, o reconhecimento e melhoria das fontes de água, o transporte da água aos pontos de distribuição, e execução dos testes qualitativos iniciais para agentes químicos, radiológicos e biológicos da água, são também missões da Engenharia, trabalha em coordenação com o Serviço de Saúde, para garantir que a água seja apropriada ao consumo.

c. Serviço de Saúde

É o responsável pela detecção, análise quantitativa e análise qualitativa mais apurada dos agentes químicos, radiológicos e biológicos existentes na água pela execução de exames e é a autoridade final para determinar se uma fonte de água pode ser utilizada e se a água está devidamente tratada. Em cooperação com a Engenharia e com o Serviço de Material Bélico, faz estudos e recomendações no projeto, seleção e operação dos equipamentos de purificação de água.

d. Quadro de Material Bélico

É o responsável pelo desenvolvimento de conjuntos especializados para determinação do grau de contaminação da área por agentes químicos.

e. Serviço de Intendência

É o responsável pela aquisição, armazenagem e distribuição de cantis e vasilhames para água pelo suprimento de esterelizantes individuais de emergência pelo transporte ferroviário da água e pelo estabelecimento de pontos de distribuição de água.

3. **Fontes de água**

a. Sistemas Municipais

Os sistemas municipais são fontes de água já existe ntes e desenvolvidas por especialistas em suprimento de água é uma das mais acessíveis fontes de água que se pode encontrar.

Um sistema municipal consiste em uma fonte de água aproveitada, possuindo bombas, filtros, equipamentos de tratamento e métodos de distribuição. Sempre, mesmo sob condições ideais, a manutenção e operação desses si stemas requer conhecimento do local e do material, pois os equipamentos e tratamentos são os mais diversificados possíveis. Por essas razões os planos de trabalho d o sistema, mapas e informações, devem ser procurados e estudados cuidadosamente. Énecessário, verificar se o sistema municipal é capaz de abastecer a tropa e a população que abastecia anteriormente.

b. Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas encontram-se sob várias forma ções de terreno, areia ou pedras abaixo da superfície. Sua distribuição depende principalmente das características das formações geológicas e do clima da região. Sob condições favoráveis essas fontes sempre possuem um caminho para atingir a superfície da terra. Em muitos casos, no entanto, são necessárias escavações ou poços para a tingi-las e considerá-las como fontes aceitáveis. As informações geológicas, mapas e fotografias, devem ser estudadas antes mesmo de um reconhecimento local. A qualidade de uma provável fonte subterrânea é ordinariamente muito boa. É uma água filtrada pelas diversas camadas de terra existente no local. Normalmente, dependendo do terreno, possui uma quantidade de minerais em dissolução muito grande. Quase sempre, a qualidade da água de uma fonte subterrânea é superior à qualidade da fonte superfi cial mesmo considerando os minerais em dissolução: os meios para atingi-las é que são f ontes de contaminação, devidas às suas construções e conservação. A determinação exat a de um local onde poderá existir uma fonte de água subterrânea requer conhecimento d os princípios que controlam a ocorrência de água subterrânea é chamada de lençol d'água. Ela tem uma profundidade variável, dependendo da topografia da superfície, p recipitações, direção do movimento da água, estruturas rochosas e porosidade do terreno.

c. Águas Superficiais

As águas superficiais são todas as águas na superfí cie da terra com exceção da água do mar. É a fonte de suprimento mais óbvia mas é quase sempre de qualidade inferior porque possui muitas impurezas em suspensã o que são trazidas pela água ao correr sobre a terra ou pela chuva ao precipitar-se. A viabilidade de um rio, regato ou lago, vir a ser uma fonte para suprimento de água está li gada diretamente coma a topografia, clima e condições meteorológicas do local onde se encontra. Perdas pela infiltração e evaporação podem ser grandes. A qualidade da água d e uma provável fonte superficial depende dos materiais que estão em contato direto c om a água. Um rio

caudaloso geralmente tem mais matérias em suspensão do que um lago ou poço. Nos lagos e poços essa matérias em suspensão têm oportunidade de sedi mentarem, acumulando-se no fundo. Qualquer água superficial pode ser facilment e contaminada, por sabotagem ou descuido.

d. Águas do Mar

A água do mar como fonte é um tipo completamente di ferente, tanto na sua forma quanto nos métodos de purificação adotados em outros tipos de fontes de água. Fatores especiais afetam-na e diferenciam-na de outras fontes de água. Ela tem enorme quantidade de cloretos e ao se tratar a água do mar , deve-se levar em conta a abundância de organismos vivos além da existência d e óleos ao longo das praias e zonas habitadas. O mar é uma fonte de água que deverá ser usada somente quando as fontes de águas superficiais e subterrâneas não forem sufi cientes para a demanda de água no local. Equipamentos de destilação para tratar a águ a do mar têm sido usados, com freqüência, em ilhas e atualmente, algumas nações f azem experiências, exigindo grandes destilarias junto às praias, tendo como exemplos os Estados Unidos, na Califórnia e a França, no Marrocos. A maior desvantagem da destilação é o seu alto custo de produção.

e. Gelo e Neve

Em climas frios, derrete-se o gelo e neve para obter quantidades limitadas de água.

f. Água da Chuva

Quando a água superficial é escassa e não é eficaz a utilização de fontes de água subterrâneas, improvisam-se tanques de captação de água da chuva, para obter quantidades limitadas de água.

g. Vegetação

Água pode ser extraída de vegetais que acumulam águ a em seus caules. São: Barriguda, cactos, mandacaru, cipós-de-água, etc.

4. **Doenças Veiculadas pela água a. Febre Tifóide**

A febre tifóide é uma doença intestinal que produz uma erupção rosada na pele, febre alta que dura cerca de 4 semanas e evacuações intestinais freqüentes. O agente produtor da febre tifóide uma bactéria veiculada pela água, chamada bacilo tífico, que é rapidamente destruída pela cloração padrão de campa nha. O período de incubação vai de 3 a 40 dias, a média sendo de 7 a 10 dias. A cura de um ataque de febre tifóide geralmente confere imunidade permanente, embora, por vezes, um segundo ataque possa ocorrer. A vacinação feita em cada soldado, lhe dá proteção considerável, embora possa ser suplantada pela ingestão de água fortemen te contaminada.

Os germes patogênicos passam as fezes e são elimina dos do organismo com as evacuações intestinais. Toda a água posta em contat o com estas matérias fecais, fica contaminada. Os germes patogênicos não se desenvolv em na água, e muitos deles morrem dentro de uma semana. Quanto mais fria a águ a, tanto mais duram, no gelo, podem durar 3 meses.

b. Febre Paratífica

As febres paratíficas são muito parecidas com a feb re tifóide nos sintomas e no modo de infecção. O homem fica imunizado pela vacinação ou pela cura de um ataque anterior; contudo, um homem imunizado contra a febre tífica não o está para o paratifo

e vice-versa. A incubação do paratifo dura de 4 a 10 dias, sendo a média de 7 dias. Os germes são rapidamente destruídos pelos métodos padrões de cloração em campanha.

c. **Cólera**

A cólera é uma infecção intestinal, que produz vômitos violentos, cólicas, evacuações intestinais e colapso rápido com tempera tura sub-normal.

A água contaminada é um modo freqüente de dissemina ção dessa doença, e , provavelmente, é a causa principal de epidemias graves; além disso a cólera pode ser veiculada pelos alimentos ou transmitida pelo contato direto. O micróbio é destruído na água pela cloração (métodos padrões).

Os micróbios são eliminados do corpo com as fezes, onde eles vivem por alguns dias; a água entretanto em contato com as fezes, ar rasta-os, e, na água, eles podem viver por algumas semanas e, em condições favoráveis, pod em até multiplicar-se. A incubação, geralmente, é de 3 dias, embora a doença possa-se mostrar poucas horas depois de se beber água contaminada. Cerca de metade das pessoas , que contraem a doença, morrem. A cura da doença dá um certo grau de imunidade, que não dura por muito tempo. A vacinação confere imunidade temporária, ma s somente as medidas sanitárias proporcionam a única garantia certa.

d. Disenteria Bacilar

A disenteria bacilar é uma infecção intestinal, que produz freqüentes evacuações muco-saguinolentas. Geralmente, aparece, assim como as infecções tíficas, nos lugares em que existem más condições sanitárias. O agente c ausador é uma bactéria, chamada bacilo disentérico, germe este, que é facilmente destruído pela cloração. O período de incubação é de 2 a 3 dias. Os germes resistem ao frio, e podem permanecer vivos no solo e nas roupas por alguns dias. Esta doença é encontrada nas regiões tropicais e subtropicais.

e. Disenteria Amebiana

É uma infecção intestinal, que se assemelha à disenteria bacilar em muitos dos seus sintomas, mas que é produzida por um organismo chamado Endameba histolítica. Esta Endameba é na verdade um animal muito pequeno, menor que uma bactéria e que resiste

à cloração comum. A disenteria amebiana é, principalmente, uma doença própria das regiões tropicais e subtropicais, mas, também, é muito encontrada nas zonas temperadas. O período de incubação varia de 10 dias a vários me ses.

Esta doença é propaganda pelos cistos da ameba, que se formam no intestino da pessoa infetada, e são eliminados com as fezes. O c isto, é a própria ameba, revestido de uma membrana resistente. Pela dissecação, a forma cística da ameba é destruída em poucos minutos. Na água, os cistos vivem por alguns dias, podendo durar semanas.

Os cistos podem ser removidos da água por um tratam ento adequado, ou ser destruído pela cloração. A água que contenha cistos amebianos, deve ser cuidadosamente depurada, pois, a cura da disenteria amebiana , por vezes, é difícil e demorada.

f. **Esquistossomose ou Esquistossomíase**

Esquistossomose é a doença causada por um pequeno parasita (esquistossomo) que penetra no organismo através da pele, quando uma pessoa se banha, se lava ou mergulha em água contaminada, ou ingere. É uma doença das zonas tropicais ou

subtropicais e aparece principalmente na China, Filipinas, Japão, África em algumas regiões das Índias Ocidentais, e na parte do nordeste da América do Sul.

Existem 3 tipos de Esquistossos. O período de incubação para todos os tipos é de vários meses. Um dos tipos, o Schistossoma Haematob ium, encontrado principalmente na África, ataca a bexiga, e produz urinas sanguinolen tas. O segundo tipo, o Schistossoma mansoni encontrado na África e nordeste da América do Sul, ataca as últimas porções do intestino, produzindo ulcerações no reto. O terceiro tipo Schistossoma japonicum, encontrado principalmente na China e no Japão, afet a o intestino grosso e produz dolorosas hipertrofias do fígado e do baço.

Todos os tipos de esquistossomos têm um ciclo de vi da complicada e semelhante. Os ovos do parasita são eliminados pela urina e pel as fezes. Na água doce, eles dão nascimento a larvas móveis que não podem infetar o organismo do homem; depois de penetrarem em certos moluscos de água doce, tomam u ma nova forma chamada “cercária” e só então tornam-se perigosas ao homem. As larvas morrem, se não penetrarem no hospedeiro intermediário dentro de 24 horas após seu nascimento. Por conseguinte, se os caramujos forem mortos no manancial d’água, o ciclo do esquistossomo se interrompe. As cercárias, que são altamente perigosas para os seres humanos, porque atravessam a pele, podem viver na á gua durante 24 a 48horas.

Portanto, uma água isenta de moluscos, e que for gu ardada por mais de 48 horas, pode ser ingerida sem receio. As cercárias podem se r destruídas pela cloração. A água fortemente contaminada por esquistossomos pode ser identificada pela sua aparência turva e leitosa.

g. Diarréia Comum

Dá-se o nome de diarréia a numerosas doenças intestinais que causam cólicas, e evacuações intestinais freqüentes. As fezes, geralm ente, são aquosas. As diarréias aparecem, geralmente, quando não existem cuidados s anitários adequados, com os alimentos e com a água. Quando a origem for aliment ar, a doença fica restrita, apenas, aos consumidores dos alimentos contaminados. As epidemias propagadas pela água, geralmente, se disseminam mais, e na falta de medida as de controle, podem perdurar por muito tempo. Muitos casos benignos de infecções intestinais graves, são rotulados como diarréia.

5. **Características da água**

a. **Turvação ou Turbidez**

A turvação é o aspecto lamacento ou pouco límpido da água provocado pelas matérias em suspensão. A água correndo sobre o solo carrega consigo pequenas partículas e as mantém em suspensão. A quantidade e o tamanho destas partículas são tanto maiores quanto maior for a velocidade da corrente d’água. Estas substâncias podem ser areia, argila ou lama, matérias orgânicas oriun das de vegetais decompostos, ou fezes de animais. A medida que a velocidade da água dimin ui, os materiais começam a se depositar: primeiro os maiores, depois os menores, finalmente, quando a velocidade cessa i a água fica tranqüila, todas as partículas se depositam.

A argila se mantém em suspensão por mais tempo que qualquer outro material, porque suas partículas são finíssimas. Às vezes, al guns meses são necessários para que toda a argila se deposite.

Após chuvas pesadas, as águas correntes ficam turvas, em conseqüência de sua alta velocidade. Os lagos e charcos geralmente têm água mais clara que os rios. A água subterrânea (água de poços) é mais clara do que a s uperficial, porque as matérias em suspensão foram filtradas pela passagem da água atr avés do solo.

Há dois métodos adequados para eliminar a turvação da água: a sedimentação e a filtração.

A turvação deve ser eliminada, porque as matérias em suspensão podem conter micróbios, porque os soldados preferem beber água límpida embora contaminada, em vez
de água turva, mas pura, e, também porque a ingestã o continuada das matérias sólidas em suspensão pode irritar os intestinos e ocasionar diarréias.

b. **Cor**

A coloração da água quase sempre é produzida por ma térias correntes, oriundas dos vegetais em decomposição. Deve-se diferenciar a cor verdadeira da cor aparente, causada pela turvação, porque os métodos de eliminação são diversos. A água dos pântanos, lagos com vegetação e correntes têm mais tendência para ser colorida. A cor é indesejável principalmente porque ela empresta à ág ua em aspecto desagradável.

c. Odor e sabor

O odor e o sabor, quando aparecem ao mesmo tempo, são produzidos por algas (vegetais aquáticos microscópicos) certos gases, e alguns resíduos industriais. O sabor também pode ter por causa, certos minerais e dissolução. Quase todas as águas superficiais apresentam odor, que pode variar do apenas perceptível até o fortemente desagradável. A água subterrânea, geralmente, tem m enos odor que a água superficial e
a água fria tem menos odor e sabor que a água quent e. Muitos sabores desagradáveis da
água tornam-se acentuados com a cloração. A adição de óleo de peixe ou de óleo Dippel empresta à água um sabor e odor tão desagradável qu e ela fica intragável.

d. **pH**

As substâncias minerais e químicas que a água arras ta e dissolve na sua passagem através do solo, têm grande influência nos processo s de depuração, como a coagulação e a sedimentação. Algumas destas substâncias são ácid as, enquanto outras são alcalinas. Como a água pode conter minerais quer ácidos quer a lcalinos, é muito útil saber se há mais substâncias ácidas ou alcalinas.

O pH é a medida do grau de acidez ou alcalinidade da água. Tem utilidade no cálculo da quantidade de substâncias químicas que d evem ser adicionadas à água para uma boa coagulação, para controlar o funcionamento das unidades de purificação (móvel e portátil) e para descobrir se a água contém subst âncias tóxicas.

O pH é determinado no Exército por um colorímetro e é medido em uma escala com 14 divisões. Esta escala abrange condições de acide z e alcalinidade, representando o pH

= 0,a acidez máxima e um pH 14, exprimindo a alcali nidade máxima. No ponto médio desta escala – pH 7 – a água é neutra; em outras pa lavras, as substâncias ácidas e alcalinas na água se equilibram ou se anulam entre si.

O pH de uma água pode ser aumentado pela adição de substâncias alcalinas como carbonato de sódio ou diminuído pela adição de substâncias ácidas como o alúmem. Os germes patogênicos não modificam sensivelmente o pH , de modo que o pH não serve como índice de pureza da água.

Como evidência que um pH de 7 não significa pureza, danos na tabela abaixo, o pH de alguns alimentos. Nota-se que muitos são ácidos. O pH, usado para conseguir melhores resultados na depuração da água, situa-se entre 4,5 e 8,0. Portanto, o pH da água para beber é, geralmente, mais alto que o pH d os alimentos comuns.

e. Minerais em Dissolução

A qualidade de substâncias dissolvidas, depende da duração do contato entre a água e as substâncias minerais. É por isso que a ág ua de poços profundos tem, geralmente, mais substâncias minerais em dissolução do que a água de poços superficiais. Vejamos resumidamente as substâncias minerais que mais comumente se encontram na água:

1) Carbonato de Cálcio

Proveniente de pedras calcárea, calcita ou giz, pro duz águas duras e alcalinas. É quase insolúvel na água.

2) Bicarbonato de Cálcio

Forma-se quando a água carregada de gás carbônico e ntra em contato com calcita ou pedra calcárea. O gás carbônico não dá c ombinação estável com o carbonato de cálcio e pode ser separado por calor ou por subs tâncias químicas. Quando a água, que contém bicarbonato de cálcio restante, torna-se insolúvel e precipita-se. É este carbonato de cálcio que produz incrustações nas cal deiras e equipamentos de destilação. Além de causar estes depósitos, o bicarbonato de cálcio produz dureza e alcalinidade.

3) Sulfato de Cálcio ou Gesso

Produz dureza na água. Como é mais solúvel a frio d o que a quente, separa-se da água nas caldeiras e produz incrustações nos tubos de aquecimento.

4) Cloreto de Cálcio

Torna as água dura. Nas caldeiras e equipamentos de destilação, o calor o transforma em um ácido que corrói os tubos rapidamente.

5) Carbonato de Magnésio (Magnesita ou Dolomita) e Bicarbonato de Magnésio

Produzem na água efeitos idênticos aos do carbonato e bicarbonato de cálcio.

6) Sulfato de Magnésio ou Sais de Epsom

Produz águas duras e depósitos nas caldeiras. Em quantidade superiores a 500 partes por milhão (p. p. m.), age como laxativo.

7) Cloreto de Magnésio

Tem propriedades e efeitos semelhantes às do cloreto de cálcio.

8) Carbonato de Sódio e Bicarbonato de Sódio

Emprestam alcalinidade à água. Nas caldeiras, aquec edores d'água quente e equipamentos de destilação, estes sais se decompõem e desprendem gás carbônico, que corrói os tubos de metal.

9) Cloreto de Sódio ou Sal de Cozinha

Produz sabor sensível em concentrações maiores que 400p.p.m. Se a concentração é superior a 3.000p.p.m. o cloreto de sódio torna a água intragável. NOTA: A água do mar tem aproximadamente 34.000p.p.m . de sal.

10) Sulfato de Sódio ou Sais de Gláuber

Produz efeito laxativo, em quantidades superior a 500p.p.m. Em maiores quantidades produz espumas abundantes nas caldeiras e equipamentos de destilação.

11) Ferro e Manganês

Uma impureza comum e desagradável, que por vezes se encontra na água de poços profundos, é o ferro dissolvido sob forma de bicarbonato ferroso. Logo que uma água contendo seta impureza é exposta ao ar, o oxig ênio transforma o ferro em óxidos insolúveis que dão à água uma cor ferruginosa. Esta s pequenas partículas vermelhas se depositam como um sedimento ferruginoso. Se o ferro oxidado não for removido, a água fica com aspecto e sabor desagradáveis.

A água conduzida em canalizações de aço pode arrast ar o ferro se a água contiver oxigênio ou gás carbônico em dissolução. Este fato ocorre com facilidade nas canalizações pouco usadas, nas terminações fechadas , dos canos principais, ou quando a água fornecida tem um pH muito baixo.

A água ferruginosa pode ainda conter uma bactéria, de grande crescimento, chamada "Crenothrix", que oxida o ferro, produzindo águas de cor ferruginosa ou vermelha, de mau gosto e odor e cujo desenvolvimento pode entupir as canalizações. Estas alterações ocorrem comumente, quando existe mais de 0,3p.p.m. de ferro na água.

O manganês não é encontrado com tanta freqüência qu anto o ferro, mas pode aparecer quer nas águas superficiais quer nas subte rrâneas. Embora suas propriedades

sejam idênticas às do ferro, seus efeitos são mais acentuados. Os processos de eliminação são idênticos.

f. Gases Dissolvidos

1) Ácido Sulfídrico

Por vezes, a água contém ácido sulfídrico como um g ás dissolvido o que lhe dá um cheiro desagradável de ovos podres. Em pequena quan tidade, esta impureza é desagradável, mas não é nociva. Em grandes quantida des torna-se nociva. A água contendo matéria orgânica, fica carregada de ácido sulfídrico, se entrar em contato com minerais que contenham sulfatos.

2) Oxigênio

A água da chuva contêm grande quantidade de oxigêni o dissolvido livre, enquanto as águas subterrâneas raramente, o têm na mesma qua ntidade. A quantidade de oxigênio dissolvido nas águas superficiais dependem do grau de dissolução que esgota o teor de oxigênio e da ação das algas. O oxigênio torna a ág ua corrosiva para muitos metais, especialmente se o gás carbônico também estiver presente.

3) Gás Carbônico

O gás Carbônico, em dissolução, provêm do ar, da de composição dos vegetais e de fontes subterrâneas. Combinando-se com a água, e le forma ácido carbônico, que transforma os carbonatos de cálcio e de magnésio in solúveis, em bicarbonato solúveis.

g. Alcalinidade

A maior parte das águas podem conter certas substân cias alcalinas como os carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos de cálcio, sódio e magnésio. A alcalinidade é importante para os operadores do equipamento de purificação d'água, porque determina a espécie e a quantidade das substâncias químicas usa das nos processos de coagulação.

7. **Requisitos para escolha de um local de ponto de suprimento de água**

Os fatores a serem considerados durante o reconhecimento no terreno são:

a. Quantidade de Água

Quando proceder um reconhecimento, não levar em con sideração as variações nas quantidades de água devido às diversas estações a n ão ser que se consiga as informações com facilidade dos moradores locais. Em geral, basta registrar; água em quantidade "suficiente". As unidades da retaguarda, encarregadas da construção de instalações permanentes, verificam a quantidade mais precisamente. Como só raramente se pode dispor de aparelhos aferidos de medição, os dados sobre a quantidade são usualmente conseguidos por métodos improvisados. Se o tempo permitir, pode-se instalar uma comporta a qual mede acertadamente a quantidade de água corrente num pequeno rio. Um método menos exato, porém, mais rápido é o do cálculo em função da média da são transversal e da velocidade média da corrente. A precisão deste método depende inteiramente dos cuidados tomado pela pessoa que o executa.

Para se determinar a quantidade de água corrente no s rios, deve ser usada a seguinte fórmula:

$Q = A . V$

Onde:

Q = quantidade de água corrente em m3 por minuto.

A = área da seção transversal do rio em m2.

V = velocidade média em m por minuto.

Para obter a área da seção transversal A, considere o rio como um trapézio e utilize a seguinte fórmula:

$A = ½ (a + b) h$

Onde:

a = largura do rio, ao nível da água, em m.

b = largura do fundo do rio em m.

h = profundidade média do rio, em m.

Para se determinar a quantidade de água imediatamen te disponível em um sistema municipal, calcule a água armazenada nos reservatórios, ou meça o fluxo de água em uma conecção conveniente. A determinação definitiva da capacidade real das instalações permanentes compreende os seguintes fatores:

1) Capacidade dos reservatórios, incluindo tanques auxiliares.
2) A velocidade de reenchimento do reservatório.

b. Qualidade da Água

A água deve ser de tal qualidade que possa ser prontamente purificada com o equipamento de campanha.

Se os conjuntos de testes estão disponíveis, o valor do pH, necessidade de cloro e a presença de agentes químicos de guerra podem ser determinados. Se os conjuntos não estão disponíveis, valiosa informação pode ser obtida por uma apurada observação e bom senso no julgamento das seguintes características de qualidade: cor, turbidez, odor, sabor, possíveis fontes de poluição e aspectos da vegetação marginal.

c. Vias de Acesso

Um ponto de água satisfatório deve ser acessível para veículos. Uma boa rede de estradas com desvios, cobertas e abrigos no ponto de água e uma adequada área de estacionamento são aspectos particularmente desejáv eis. A capacidade de sustentação das estradas deve ser suficiente para resistir à mais pesada viatura sob todas as condições de tempo.

Os pontos de água devem se localizar em estradas tr ansversais, evitando-se estradas principais de suprimento.

d. Condições Locais

Quando dois ou mais locais atingem os requisitos mencionados, a seleção é baseada nas condições locais.

As seguintes considerações são levadas em conta em ordem de importância:

1) Drenagem

O local deve ser alto, de terreno poroso, de modo a evitar que se torne excessivamente lamacento com o uso. A negligência e m considerar a drenagem, inevitavelmente leva a sérios problemas de manutenção mais tarde.

2) Segurança

Em complemento à coberta e ao abrigo, o local deve estar a uma distância segura dos atiradores inimigos, da artilharia e da aviação. A segurança contra os ataques terrestres e a sabotagem de instalações de armazenamento são também importantes fatores a serem considerados.

3) Estacionamento para o pessoal

Uma área satisfatória de estacionamento deve ser preparada, pois os operadores devem permanecer perto do ponto de água. Esta área deve estar próximo o bastante de modo a Ter os operadores em descanso, disponíveis numa emergência; e longe o bastante de modo a não prejudicar as condições sani tárias da fonte de água. A área de estacionamento deve ser localizada a jusante da fonte de água.

8. **Melhoramento de fontes de águas superficiais**

a. Considerações Gerais

O melhoramento de uma fonte de água consiste em qua lquer trabalho que aumente a quantidade de água ou melhorem sua qualidade, ou a torne mais rapidamente apta ao tratamento.

Ao melhorar uma fonte, utilizam-se represas, flutuadores, galerias e outros artifícios para aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da água.

Devem-se evitar melhoramentos complicados; a simplicidade dá resultado mais rápido e segura. Antes de se transformar uma fonte temporária em permanente, realiza-se

um recolhimento da região a procura de uma fonte qu e exija melhoramentos mais simples. Monta-se um ralo de entrada em todas as mangueiras de tomada de água, seja qual for a limpidez da fonte. Os ralos de sucção devem ser protegidos de fragmentos flutuantes que podem danificar, impedir ou poluí-los desnecessariamente. Uma ancoragem devida nas linhas de sucção e ralos evita perda de escorva, linhas furadas ou dobradas e danos ao ralo.

Para o ponto de aspiração ou tomada de água, escolh e-se um ponto em que a água seja tão profunda e límpida quanto possível. O ralo da mangueira de sucção é colocado no mínimo a 10 cm abaixo do nível da água. Este cui dado reduz a possibilidade do ralo entupir com detritos flutuantes ou de perder o escorvamento devido à entrada de ar na linha de sucção.

b. Tomadas de água em fontes superficiais

Para um suprimento de água normal em campanha, a água superficial é o tipo mais acessível de fonte de água. Essa fonte também proporciona facilidades no manuseio do equipamento de purificação.

Os melhoramentos necessários a cada tipo de fontes são:

1) Pedras ou estacas

Se a corrente não é rápida e a água é suficientemen te profunda, uma tomada provisória pode ser preparada colocando-se o ralo de sucção sobre uma pedra. Isto evitará entupimento do ralo pela areia do leito do rio e proporcionará uma conveniente imersão que impedirá a sucção de ar para dentro da linha de sucção. Se a fonte a ser utilizada for um riacho, ou lago raso, a mangueira de sucção pode ser presa a um poste ou estaca.

2) Covas

Quando a corrente for tão rasa que o ralo não seja coberto no mínimo por 10 cm de água, deve-se fazer uma cova no leito da corrent e e pousar o ralo sobre uma pedra ou uma tábua colocada no fundo da mesma. Se o fundo do rio for de lodo ou de argila, enche-se a cova com cascalho para impedir a entrada de lama no equipamento de purificação. Coloca-se primeiro uma camada de cascalho, depois o ralo, e se completa a cova com mais cascalho. Tal expediente além de impedir o desmoronamento das paredes da cova protegerá o ralo de avarias produzidas por grandes objetos flutuantes. O cascalho também age como um coador grosso. Um resultado semelhante pode ser obtido colocando-se o ralo no fundo de um balde.

3) Represas

O nível da água de pequenas correntes pode ser elev ado o suficiente para cobrir o ralo construindo-se uma represa. Nas correntes rá pidas pode-se fazer uma falsa represa ou represa lateral, que protege o ralo sem represar a corrente.

4) Bóias

Bóias feitas de troncos, madeiras, latas fechadas ou tonéis de combustível vazios podem ser usados para controlar a posição do ralo em águas profundas. Tais artifícios são particularmente úteis nos rios largos onde a qu alidade da água melhora a medida que se afasta das margens, ou quando perto das margens, a água não é suficientemente profunda para cobrir o ralo de sucção.

Desta maneira o ralo pode ser coberto por uma adequada camada de água ancorando-se a bóia na parte mais profunda da corrente. A linha de sucção deve ser fixada à parte superior da bóia, dando-se ao ralo uma folga suficiente que compense o movimento da bóia.

Se forem usadas amarras para fixar a bóia à margem, a posição da mesma pode ser alterada, de modo a acompanhar possíveis mudanças de profundidade, pela manipulação das amarras. A principal vantagem de uma tomada de água flutuante é a facilidade com que o ralo pode ser verticalmente ajustado.

5) Galerias

A água dos rios barrentos pode ser melhorada, cavan do-se galerias de aspirações ao longo das margens. Cava-se paralelamente à margem uma vala, de profundidade suficiente para que a água do rio se infiltre, ou q ue a vala intercepte um lençol de água subterrâneo para a corrente. Enche-se a vala com ca scalho, para evitar a queda das paredes e coloca-se o ralo de sucção no meio do cascalho, abaixo do nível da água. Uma galeria corretamente preparada compensa o trabalho de construção, pela redução da quantidade necessária dos coagulantes químicos pela eliminação das lavagens freqüentes do filtro e pela qualidade da água obtid a.

6) Poços

Muitas das vezes é vantajoso utilizar uma fonte de água subterrânea pouco profunda. Ao melhorar uma fonte de água subterrânea , deve-se Ter em mente que não convém succionar a água de poços mais profundos que 6 m.

c. Nascentes

As nascentes podem ser usadas como fontes de suprimento de água em campanha, se devidamente melhoradas, ampliando-se a saída de água, reduzindo as perdas por obstruções e canalizando a água para os depósitos de armazenagem. A fim de evitar possíveis poluições, as nascentes devem ser limpas removendo-se detritos, vegetação, camada superficial do solo, pedras soltas e areia.

9. **Melhoramentos de Pontos de água**

a. Generalidades

Os melhoramentos de um ponto de água são feitos gra dualmente de modo a aumenta a quantidade e melhorar a qualidade da água , bem como a eficiência das instalações de tratamento e de distribuição.

O melhoramento gradativo serve para eliminar estrangulamentos e outras falhas que podem ocorrer após a instalação de um ponto de água .

Todo o trabalho feito durante o melhoramento de um ponte o de água deve ser dirigido para atingir as seis finalidades. Qualquer trabalho que não seja para atender a pelo menos uma destas finalidades é desnecessário e não deve ser executado. As finalidades são estas:

1) Aumentar a produção de água potável.
2) Melhorar a qualidade da água produzida.
3) Diminuir os problemas de distribuição.
4) Diminuir a manutenção.
5) Aumentar a segurança.
6) Melhorar as condições de vida o pessoal do ponto de água.

b. Planejamento

Um planejamento adequado é essencial para um melhoramento constante do ponto de água e deverá estar caucado, em princípio nos da dos do reconhecimento. Quando possível, deverá ser selecionado um local que neces site um mínimo de melhoramentos. No planejamento de melhoramentos, a eliminação das dificuldades que limitem as operações devem Ter prioridade sobre problemas de melhor importância.

Uma relação dos trabalhos recomendados deve ser elaborada e seguida. O pessoal encarregado da realização dos trabalhos deverá esta r bem treinado no melhoramento de pontos de água bem como familiarizado com seus resu ltados.

c. Extensão e sequência dos melhoramentos

A importância relativa dos problema encontrados em cada local e a situação tática determinam a seqüência dos melhoramentos a serem fe itos nos pontos de água. Por

exemplo, na selva, onde a água se encontra com faci lidade e as condições de cobertura e abrigo são boas, mas onde as estradas são poucas e cheias de atiradores inimigos, consideram-se em primeiro lugar as condições de distribuição e segurança.

O grau a que se pode levar o melhoramento de um ponto de água depende principalmente do tempo, do material e da mão de ob ra disponível. Nas instalações da frente, o melhoramento é o mínimo necessário para g arantir à tropa um abastecimento suficiente de água potável. Na retaguarda, o grau d e melhoramento varia com a importância do ponto de água, com as dificuldades d o momento e com o grau de permanência da instalação.

d. Drenagem

A importância de uma drenagem adequada no melhorame nto de um ponto de água não pode ser menosprezada. A água que se perde dos filtros, os escapamentos dos tanque e os derrames por ocasião da distribuição, f azem com que a área de operação se mantenha constantemente úmida.

A deficiência na drenagem pode fazer com que o terr eno fique tão lamacento que o ponto se torne inoperante. Se as viaturas não puder em chegar ao ponto de água, deve ser instalado um ponto seco não muito afastado do l ocal de tratamento.

e. Suportes e plataformas

1) Plataformas baixas

Nos pontos de água da frente, normalmente os tanque s são afastados da umidade e permite a circulação do ar por baixo dos mesmos, evitando desta forma que apodreçam, como também eliminam a possibilidade do tanque ser furado por pedras ou outros objetos pontiagudos. Se a plataforma for pré-fabricada pode ser desarmada e transportada na mesma viatura, com o equipamento de purificação.

2) Plataformas elevadas

Dispondo-se de tanques de depósitos de água potável , em plataformas elevadas, pode-se melhorar a distribuição, utilizando a gravidade para alimentar os distribuidores e bicos de distribuição. Com tudo, tais plataformas são mais adequadas para áreas de retaguarda ou instalações permanentes.

3) Plataformas de operação

A eficiência do serviço, em pontos de água com a dr enagem insuficiente é aumentada com a construção de plataformas de operação. Estas plataformas podem ser feitas de estivas de paus roliços ou pedaços de tábuas. As plataformas dos equipamentos podem ser aumentadas e ligadas para formarem plataformas de operação.

f. Instalações para armazenagem

As instalações de armazenagem, com a capacidade suf iciente para guardar quantidades de água necessária ao consumo de um dia , aumentam a eficiência da distribuição pela eliminação das longas esperas nos pontos de água pelos consumidores. Em complemento aos tanques distribuídos com equipamento de purificação, tanques de madeira, metálicos ou tanque padronizados estão dis poníveis através dos depósitos de material de engenharia. Instalações existentes no local podem ser usadas se estiverem disponíveis. Instalações de armazenagem adicionais podem muitas vezes ser improvisadas.

g. Considerações sobre o tráfego

1) Variantes de circulação e desvios

Quando os pontos de água forem situados ao longo de estradas muito trafegadas, devem dispor de instalações para o carregamento das viaturas dos consumidores, sem interferir com tráfego normal. Para pequenas instal ações, é suficiente um desvio da estrada. Este desvio pode ser um simples alargamento num ponto da estrada principal ou uma nova estrada que passe junto ao ponto de água d ependendo da mão de obra disponível. Para grandes instalações, um desvio mais conveniente, bem

como eficiente deve ser providenciado com espaço necessário para distribuição simultânea a várias viaturas. Neste caso como no anterior o problema da drenagem é de suma importância.

2) Sinalização

A sinalização do tráfego, indicando o caminho para o ponto de água, fica a cargo do pessoal do ponto. As placas devem ser bem visíveis aos motoristas e afixadas, de modo que as viaturas possam circular com o mínimo de cruzamentos. Elas devem ser localizadas em todos os pontos críticos como em cruzamentos, bifurcações ou junções de estradas, num raio de 3 Km do ponto de água.

Estas placas devem ser fabricadas de metal e armazenada com o equipamento de purificção de água para uso em campanha.

h. Camuflagem

A fonte de água pode ou não estar nas vizinhanças d e forças amigas, e desta maneira são impostos problemas especiais de seguran ça. O melhor meio de reduzir as possibilidades de um ataque é negar ao inimigo qualquer informação concernente a localização dos pontos de água. Isso pode ser obtid o pela eficiente cobertura e mascaramento ou pelo uso das redes par encobrir as linhas e formas dos equipamentos. As redes são particularmente aplicáveis para o uso com as unidades móveis de purificação onde a cobertura natural for precária.

Sempre que possível, as áreas de estacionamento, as variantes de circulação e os desvios, como as instalações de distribuição devem ser cuidadosamente camufladas.

i. Área de estacionamento

Em complementação aos demais passos envolvidos no melhoramento de um ponto de água, uma área de estacionamento deve ser escolh ido para o pessoal do ponto, bem como para a força de segurança.

Na seleção de um local, os fatores segurança, instalações e conforto da tropa devem ser cuidadosamente considerados. Toda via a situação pode não permitir a seleção de um lugar que preencha todos os requisitos.

A área de estacionamento deve estar localizada no m ínimo a 40 m à jusante da fonte de água.

As instalações sanitárias localizadas a um mínimo d e 100 m à jusante da fonte de água. Tais instalações não devem atingir o nível do lençol de água subterrâneo nem locais cuja a drenagem possa vir a contaminar a fonte de água.

Uma vez que o moral, o bem estar e a saúde dependem em grande parte de um suprimento de água seguro, é essencial que os coman dantes tomem as necessárias medidas de segurança para os pontos de água. A falta de segurança pode resultar na perda completa do ponto de água ou possibilitar ao inimigo a contaminação da água potável das instalações de armazenagem e conseqüent emente incapacitar os consumidores para o combate.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- Manual Técnico. Equipamento de Análise de Água MU-3. 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 1977.
- Manual Técnico. Abastecimento e Purificação de Água para Uso Militares. 1ª Ed. Brasília, EGGCF, 1973. (T5– 295).
- Bol Tec Esp Nr 01. Análise de Água. Brasília: Diretor ia de Material de Engenharia, 1982.
- Bol Tec Esp Nr 06. Equipamento de Purificação de águ a modelo 7 VT. Brasília: Diretoria de Material de Engenharia, 1983.

ASSUNTO 3.2
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA

1. Processo de purificação de água

A purificação é o processo de remover ou destruir as impurezas presentes na água a fim de que essa água se torne segura para ser bebida e agradável ao paladar. Os processos utilizados dependem da qualidade da água impura escolhida para tratamento. A boa qualidade da água resulta quase sempre dos seguintes processos de tratamento: sedimentação, coagulação, filtração e esterilização .

Sob certas condições, tratamentos adicionais e complementares podem ser utilizados para remover todas as impurezas presentes na água.

Processos especiais são necessários para águas envenenadas ou contaminadas por material radioativo.

a. Auto-Purificação

A purificação da água pela natureza, mais conhecida como auto-purificação, é a classificação parcial da água pelos próprios elemen tos da natureza. Em condições favoráveis, uma água superficial, provavelmente pol uída, é parcialmente purificada pelos agentes naturais. Não se deve esperar da auto-purif icação, uma depuração completa, mas ela pode aliviar o trabalho do equipamento que tratará a água.

As águas superficiais tornam-se poluídas pelos esgo tos e por resíduos industriais nelas descarregadas. Não é fácil notar a fraca polu ição, mas em grau maior ela é verificada facilmente.

Imediatamente abaixo dos pontos de poluição, como nos desembocadores de esgotos, a turvação é muito acentuada, e a uma distância a água torna-se preta. Formam-se compostos sulfurosos, perceptíveis pelo odor, e as partes sólidas se depositam no fundo, formando lama. Esse resíduo depositado, logo entra em decomposição, formando gases como a amônia, o gás carbônico e o metano.

Esses gases podem se formar tão rapidamente que a s uperfície fica borbulhando continuamente.

Em águas paradas, a superfície se cobre de espuma. A vida na água fica limitada às bactérias anaeróbicas, larvas de insetos e alguns vermes. Não existem peixes e geralmente a única forma de vida superior é a das tartarugas. A medida que o rio corre a água vai se tornando mais clara, permitindo a penet ração dos raios solares. A parte superficial dissolve algum oxigênio do ar, facilita ndo o trabalho de certas bactérias, que transformam as matérias orgânicas em nitratos, sulf atos e carbonatos. Esses sais, bem como o gás carbônico, oriundo da decomposição causa da pelas bactérias anaeróbicas, são alimentos para as plantas. Com abundância de al imentos e com a luz solar penetrando na água as algas se desenvolvem e formam espuma verde na superfície. Com o aparecimento das algas, a auto-purificação se acelera, já que elas absorvem gás carbônico, fixam o carbono e desprendem o oxigênio na água, oxidando, assim, o restante da matéria orgânica. Assim que as algas ve rdes aparecem, surgem peixes que necessitam de pouco oxigênio. A medida que o oxigên io dissolve-se, aumentando sua concentração outros peixes aparecem.

Após a recuperação, a corrente fica muito favorável para os peixes, que encontram alimentos nos diversos insetos e seres vivos que pousam sobre as algas.

A água apresenta-se límpida ou turva conforme a con centração das algas, e pode apresentar-se com odor pela mesma razão.

Nas diferentes fases da recuperação da água, feita pela auto purificação, o número de germes patogênicos vai diminuindo rapidamente, d evido a falta de alimento apropriado, a temperaturas desfavoráveis e a valore s impróprios de pH na água.

A auto-purificação nos lagos, reservatórios e charcos, é semelhantes a que se realiza em água corrente, sob a ação dos mesmos agentes. $E ntretanto, como a correnteza é mínima, a sedimentação é maior, as vezes tão intens a que se formam no fundo, grandes depósitos de lodos, de lama de algas mortas e de outros vegetais. Nos lagos e reservatórios, a auto-purificação é ajudada pelas mudanças de estações, devido as correntes verticais que fazem a troca da água do fu ndo pela da superfície por causa das variações de temperatura e de densidades.

As águas que mais freqüentemente dispensam o tratam ento, não provenientes de fontes, de poços profundos bem protegidos, de galerias de infiltração e de bacias de captação ou de acumulação. Para que o tratamento seja evitado, estas águas deverão ser moles, pouco coloridas, deverão apresentar pouca tu rbidez, baixos teores de ferro e de outras substâncias prejudiciais e, sobretudo, dever ão ser de boa qualidade bacteriológica.

Estes são os limites máximos toleráveis:

Dureza..... 200 mg/1
Cor..... 50 mg/1
Turbidez..... 25 mg/1

Os padrões de portabilidade deverão ser consultados para outras características. A cloração das águas deve ser sempre prevista como me dida de segurança, sobretudo para águas superficiais. Reduções substanciais da cor so mente são obtidas pelo tratamento químico.

b. Sedimentação

A sedimentação é o processo de deposição de partículas mais pesadas que a água.

Entre as impurezas contidas nas águas naturais, enc ontram-se partículas em suspensão e partículas em estado coloidal ou dissol ução. Partículas mais pesadas que a água podem se manter suspensas nas correntes líquid as pela ação de forças relativas à turbulência.

A sedimentação é um processo dinâmico de separação de partículas sólidas suspensas na água. Essas partículas, sendo mais pes adas do que a água, tenderão a cair para o fundo, com uma certa velocidade.

Anulando-se ou diminuindo-se a velocidade de escoamento das águas reduzem-se os efeitos da turbulência, provocando-se a deposiçã o de partículas.

A velocidade de deposição depende do peso das partículas. Na água em movimento, os sólidos mais pesados que a água, se mantém em suspensão, mas depositam-se no fundo assim que o movimento cessa. O tempo necessár io para clarificar a água pela sedimentação, também chamado processo de sedimentação simples ou natural, ou ainda pré-sedimentação, depende do tamanho e da quantidade das partículas em suspensão. As partículas mais volumosas, depositam-se em poucos minutos, mas as partículas muito pequenas como as da argila, podem se manter em suspensão por alguns dias. Raramente se utiliza a sedimentação simples como ún ico processo de depuração da água mas sim como um processo preliminar para uma filtração posterior. Muitas vezes se utilizam tanques de sedimentação simples para diminuir a turvação da água colhida em rio de correnteza rápida, principalmente após grandes chuvas.

c. Aeração

As águas naturais normalmente apresentam gases diss olvidos, entre eles, os do ar atmosférico – gás carbônico(nitrogênio e oxigênio).

Estamos habituados a utilizar águas nessas condiçõe s e estranhamos a ausência de O2 (a água recentemente fervida e sem oxigênio, por exemplo, não satisfaz ao nosso paladar). Além disso, na ausência de oxigênio disso lvido, podem ocorrer e se manter nas águas, impurezas dissolvidas de ferro e manganês, e são prejudiciais(bicarbonato ferroso, por exemplo).

As águas com teres elevados de CO2 apresentam carac terísticas de agressividade (corrosão) e as águas que contém H2S (gás sulfídric o), ainda que em pequenas quantidades, são consideradas ofensivas. A aeração ou arejamento consiste em se provocar a troca de gases e substâncias voláteis en tre a água e o ar, de maneira a se obter um equilíbrio satisfatório para os teores dessas impurezas. Isto pode ser feito injetando grandes volumes de ar através de um conduto para um recipiente com água.

d. Carbonização

Um dos mais indesejáveis gases dissolvidos na água é o sulfito de hidrogênio ou ácido sulfídrico que pode normalmente ser eliminado pela aeração. Ele é o causador do cheiro e gosto de ovos podres na água. Mas o gosto pode também ser produzido pelo sulfito de sódio e pelo sulfito de cálcio. Quando esses sais causam odor é quase sempre necessário a carbonização da água pelo espargimento de dióxido de carbono. A carbonização da água pelo espargimento de dióxido d e carbono. A carbonização por meio do dióxido de carbono converte os sulfitos em carbonatos correspondentes com eliminação do gás sulfídrico sendo necessária, após a carbonização da água, a aeração para eliminação desse gás.

2. **Substâncias químicas utilizadas no tratamento de água**

a. Substâncias Químicas Coagulantes

A adição de produtos químicos coagulantes produz compostos, utilizando a alcalinidade natural ou introduzida, que auxiliam a reunião de partículas dispersas e conseqüentemente através da floculação, acelera o processo de sedimentação.

A finalidade da coagulação e floculação é transformar as impurezas que se encontram em suspensão em partículas maiores – flocos – para que possam ser removidas por sedimentação e/ou por filtração. A coagulação é a parte mais delicada do tratamento da água. Os produtos mais utilizados com essas finalidades são:

1) Sulfato de Alumínio

É obtido pelo ataque do ácido sulfúrico sobre a bauxita, resultando um produto cuja a fórmula é Al2 (SO4)3. Dependendo do método de fabricação e da qualidade da bauxita utilizada o produto apresenta maior ou menor grau de pureza. Para determinação do grau de pureza, o teor do sulfato de alumínio é avaliado em termos de alumina (Al2 O3), solúvel em água. Ainda dependendo do método de fabricação, poderá resultar sulfato de alumínio sólido ou em solução. Quando sólidos, é constituído de cristais que podem se aglomerar, formando blocos de material amorfo.

É o coagulante mais usado nas instalações fixas de tratamento. Sal ácido e corrosivo para a maioria dos metais é contudo, fácil de transportar e manejar. Seu custo é baixo e é produzido em várias regiões do país. É melhor utilizado em águas com pH situado em 5,0 e 8,0.

2) Sulfato duplo de Alumínio e Potássio

Al2 (SO4)3. K2 SO4, também chamado alúmen comum ou pedra ume; é um sal ácido corrosivo para alguns metais. Apresentam-se granulado ou em pó, de fácil transporte e manejo, de aplicação fácil, solúvel na água sendo contudo mais lento do que o sulfato de alumínio. É o coagulante utilizado pelas Unidades de Engenharia no tratamento da água. É melhor utilizado em águas com pH entre 5,0 e 8,0.

3) Alúmen Preto

É o sulfato de alumínio que contém carvão ativado em quantidade de 2 a 5% em peso. É um coagulante que além de agir com essa propriedade, serve como redutor do odor e sabor da água.

4) Alúmen Amoniacal

Al 2 (SO4)3 (NH4)2 não deve ser confundido com sulfato de alumínio. Apresentam-se na forma compacta ou em cristais. É utilizado nas Unidades móveis ou portáteis de purificação de água. É menos solúvel que o alúmen comum e o sulfato de alumínio. Por sua composição química, ao ser colocado na água libera pequena quantidade de amônia que favorece a ação do cloro.

5) Aluminato de Sódio

Na2Al2O4 é um composto preparado pela ação do hidróxido, alumínio. Esse coagulante não é utilizado sozinho, mas com alúmen comum ou sulfato de alumínio para obtenção e resultados especiais. É usado em águas muito frias, adicionando-se 0,2 p.p.m. da substância do alúmen lançado à água. Outro uso d esse coagulante é em conexão com a “dupla coagulação” de água fortemente coloridas, onde o alúmen ou o ácido sulfúrico e alúmen são adicionados como primeiro passo para eli minação da cor, baixando o pH para uma faixa de 4,4 a 5,0.

Por causa da presença de concentrações indesejáveis de alúmen livre, é feita a colocação de aluminato de sódio e também da cal, para fazer o pH subir para um valor em torno de 6,5. Este tratamento secundário resulta na formação do floco, hidróxido de alumínio, que é básico para uma perfeita coagulação e tratamento inicial. Um outro emprego do aluminato de sódio é sua reunião com a soda cáustica no abrandamento da água, onde o floco insolúvel de aluminato de sódio se forma e que sobre os carbonatos e bicarbonatos resultando nos hidróxicos de cálcio e magnésio, provocando o abrandamento da água. O aluminato de sódio pode ser encontrado tanto em solução como na forma sólida. É bastante caro mas as dosesnecessárias para tratamento são pequenas. É melhor utilizado em águas com pH situado entre 6,0 e 9,5.

6) Sulfato Ferroso

É granular, ácido, com a fórmula química FeSO4 H2O e contém 29% de óxido de ferro(Fe2O3) e apresenta coloração esverdeada clara. Provavelmente é o mais barato de todos os sais usados na coagulação da água.

As formas comerciais encontradas são em pequenos bl ocos ou cristais verdes. O sulfato ferroso não é recomendado para águas turvas naturais, águas coloridas levemente ou águas profundas, mas para águas alcalinas conten do bicarbonato. A alcalinidade e o valor do pH da água natural são geralmente muito ba ixos para reagir com esse coagulante e formar o hidróxido férrico desejado, porque a reação envolve oxidação pela dissolução do oxigênio, o que não ocorrerá enquanto o valor do pH for menor do que 8,5. Será necessária então a adição de carbonato de sódi o ou cal para assegurar a coagulação. A quantidade exata de cal para adicionar na coagulação de 0,27 p.p.m. para cada 1,0 p.p.m. de sulfato ferroso. É solúvel em ág ua. É melhor utilizado em águas com pH situado entre 8,5 e 11,0.

7) Sulfato Ferroso Clorado

Combinação do cloro com sulfato ferroso. Em contato com a água formam-se outros dois coagulantes, o sulfato férrico e o cloreto férrico. É um coagulante muito eficiente com muitas aplicações. Age numa área de p H muito extensa (acima de 4,0). É ativo em águas de baixas temperaturas, oferece a op ortunidade de précloração contínua com coagulação e pode ser empregado para remoção de manganês. É rapidamente solúvel na água mas se a solução é guardada por um certo período de tempo ou aerada, forma-se um depósito de hidróxido ferroso. A oxidação do sulfato ferroso pelo oxigênio

dissolvido na água sob condições, ocorre somente em pH com valores em torno de 8,5 de preferência acima de 9,0. O cloro pode, no entanto ser usado para reagir com o sulfato ferroso independente do valor do pH da água, o que dará origem então aos já citados, sulfato férrico e cloreto férrico. O sulfato ferroso clorado é preparado na própria instalação pela oxidação do sulfato ferroso pelo cloro. A proporção do cloro para a reação de ser de 1 parte de cloro para, no máximo, 8 partes de sulfa to ferrosos como $FeSO_4$ $7H_2O$. Forma-se sulfato férrico – $Fe Cl_3$, em solução que é altamente agressiva. Por essa razão tem sido preferida a adição do cloro dissolvido em água, ã solução de sulfato ferroso preparada à parte, alguns segundos antes de sua aplicação na água.
A mistura da solução de sulfato ferroso com a solução de cloro, deve ser feita em um tanque de reação, colocado em posição tal, que, o cloro que tende a se liberar e a se desprender na atmosfera, não prejudique as instalações.

8) Sulfato Férrico

Foi recentemente introduzido como coagulante comercial na forma de anidro, sendo guardado e acondicionado em barris de madeira. O sulfato férrico reage com a alcalinidade natural da água, ou com a cal adiciona da, para formar o floco de hidróxido férrico, nas proporções de 1 p.p.m. para 0,75 p.p.m. de alcalinidade natural ou 0,58 p.p.m. de cal hidratada. Apresenta-se na forma de pequenos grãos verde-amarelados. Suas propriedades são semelhantes às do sulfato ferroso, mas tem a vantagem de ser muito menos ;corrosivo. É utilizado para águas de pH situado entre 5,0 e 11,0, remove o manganês em valores de pH altos, ajuda a ação do su lfato de alumínio em águas muito frias e trata águas que possuam resíduos industriai s ácidos e altamente coloridas.

O sulfato férrico é caro, mas quase sempre oferece vantagens na sua utilização. Dissolve-se lentamente na água, num tempo nunca inf erior a 30 minutos, necessitando de agitando de agitação mecânica.

9) Cloreto Férrico

É produzido pelo ataque de aparas de ferro pelo cloro e constitui um dos componentes do resultado do ataque do sulfato ferroso pelo cloro.
Pode se apresentar com 6 moléculas de água de crist alização e, nesse caso, é denominado cloreto férrico a 60%. Quando anidro apresenta-se com 98% de cloreto férrico. Em solução, pode apresentar de 39 a 45% de $FeCl_3$.

O sal, anidro ou cristalizado, na presença de umidade ou da luz, se decompõe, produzindo ácido clorídrico. O cloreto férrico é muito mais efetivo entre valores de 5,0 a 11,0. Reage com a alcalinidade natural da água ou c om a cal adicionada à água para a formação do hidróxido férrico.

a) Pode-se concluir que o sulfato férrico, o sulfato ferroso e o cloreto férrico podem dar resultados parecidos quando suas doses são comp aradas em termos de quantidade de ferro. O sulfato férrico é, em geral, melhor coagulante que o cloreto férrico para valores baixos de pH e é necessário à coagulação de águas c oloridas, por causa da influência

benéfica do íon sulfato em contraste com o íon cloreto. Há um certo número de diferenças práticas entre os coagulantes de ferro e de alúmen. Entre elas, observam-se as seguintes:

(1) O hidróxido férrico é formado em valores de pH baixos e é insolúvel numa larga margem de valores de pH, mais do que o hidróxido de alumínio, exceto na zona de valores entre 7,0 e 8,5.

(2) O floco formado com coagulantes de ferro é mais pesado do que o formado com coagulante de alumínio.

(3) Os coagulantes de ferro podem ser usados na remoção da coloração em pH altos.

(4) Muitos sais de ferro têm a tendência ao empedra mento e há dificuldades em utilizá-los em locais muito úmidos.

(5) Quando se usam sais de ferro na água que requer um controle de corrosão, é normal adicionar álcalis, antes do coagulante.

(6) São freqüentes os resultados inesperados que po dem ser obtidos com sais de ferro, de acordo com o tipo de água que está sen do tratada, freqüência essa, maior de que ocorre com sais de alumínio.

b. **Substâncias Químicas Auxiliares da Coagulação**

Certas água por não possuírem partículas que sirvam como núcleos de flocos, tornam-se bastante difíceis de se tratar utilizando-se apenas os coagulantes primários comuns. Assim sendo, empregam-se produtos que têm a finalidade de ajudar o processo, produtos estes que recebem o nome de auxiliares. Sã o também empregados em conjunção com sais de ferro ou de alumínio, devido ao seu baixo preço e às dosagens econômicas.

1) Sílica

No caso de águas com baixa quantidade de material p ropício à formação de núcleos de flocos, o emprego da sílica coloidal mel hora bastante a floculação e a decantação.

A vantagem do processo decorre do fato de a sílica formar núcleos capazes de agregar partículas e impurezas. As partículas assim constituídas e desenvolvidas são mais facilmente absorvidas pelos compostos de alumínio que se formam na água.

Em geral uma dosagem de sílica correspondente a 20% da dosagem efetiva de sulfato de alumínio é suficiente para constituir flocos muito satisfatórios. Com uma dosagem máxima de 40% constituem-se flocos muito co mpactos em apenas 1/5 do tempo de floculação correspondente ao emprego de sulfato de alumínio sem a sílica. Na sua preparação emprega-se o silicato de sódio.

O silicato de sódio é um silicato solúvel obtido pela fusão da areia com carbonato de sódio. O silicato usado para o preparo da sílica ativada, deve apresentar por questão de economia e facilidade de operação, a relação $SlO2 : Na2O$ igual a 3,3 : 1.

A sílica geralmente é aplicada antes do sulfato de alumínio, devendo-se fazer uma boa dispersão.

Para a ativação da sílica, podem ser empregados, além do ácido sulfúrico, o cloro, o sulfato de amônia, etc.

Vantagens e inconvenientes: É um processo auxiliar que acelera a floculação e melhora as condições de decantação, Pode possibilitar econo mia no consumo de sulfato de alumínio e taxas de filtração mais elevadas. Os inconvenientes estão relacionados à sua preparação e aplicação.

2) Polieletrólitos

São produtos cujo uso é bastante recente, mas muito prometedor em estações de tratamento de água que trabalham acima de sua capac idade nominal ou nos casos em que se deseja melhoria na qualidade da água tratada .

Os polieletrólitos são polímeros de longa cadeia molecular que podem apresentar, quando lançados na água, um número de cargas muito grande, distribuídas ao longo desta cadeia.

Uma pequena dosagem destes produtos, pode reduzir bastante o consumo de coagulantes e observa-se melhoras na decantação e filtração.

O uso de polieletrólitos certamente irá se difundir cada vez mais em nosso País, devido às vantagens que se pode trazer ao tratamento, econômica e tecnicamente. A maior parte dessas novas substâncias são sintéticas , orgânicas, solúveis na água, polímeros de alto peso molecular. Os compostos sintéticos têm um peso molecular muito alto e são produzidos pela reunião de um grande núm ero de substâncias de pequeno peso molecular, de tal maneira que formam uma molécula de tipo coloidal. É necessário que cada uma das substâncias usadas para essa compo sição, esteja carregada com uma ou mais cargas elétricas ou grupos ionizados.

3) Ácido Sulfúrico

O ácido sulfúrico é de interesse somente como um au xiliar na coagulação de uma água colorida levemente. Sendo o coagulante o alúme n, o uso de ácido sulfúrico torna mais econômico o processo de produzir valores de4 pH baixos.

Este produto, se bem que não seja considerado um co agulante, presta um grande auxílio ao sulfato de alumínio, no tratamento das á guas que requerem pequenas quantidades de sulfato de alumínio para a remoção de suas impurezas, porém, cuja alcalinidade natural, sendo alta, exige uma quantidade deste coagulante muito mais elevada do que a necessária para a clarificação da água, visto parte do sulfato de alumínio ser utilizado para fazer baixar o pH até o ponto ótimo.

Uma água pode Ter uma coloração tal que seja facilm ente removida com 10 mg/1 de sulfato de alumínio; entretanto, sua alcalinidade natural pode exigir um consumo muitas vezes maior, a fim de que o pH seja conduzido ao ponto ótimo.

Nessas condições, o que excede da dosagem de 10 mg/1 de sulfato de alumínio, está constituindo um desperdício e pode ser substit uído por ácido sulfúrico, cujo preço é muito baixo. Admitindo-se que o excesso de sulfato de alumínio fosse de 10 mg/1, esta quantidade poderia ser substituída por 4 mg/1 de ác ido sulfúrico (H_2SO_4). De modo geral pode-se dizer que 2,5 mg/1 de sulfato de alumínio eqüivale a 1,0 mg/1 de ácido sulfúrico.

O ácido sulfúrico pode ser aplicado concentrado, ma s, preferivelmente deve-se aplicá-lo diluído. Os recipientes devem ser revesti dos de chumbo, assim como registros, tubulações e dosadores. A diluição deve ser feita j untando-se ácido ã água, e nunca o inverso, o que provocaria projeções perigosas ao operador.

4) Argila

A argila preparada ou bentonita e a terra de Fuller têm sido empregadas para melhorar as condições de floculação e decantação de águas relativamente claras.

No Brasil já se produz a bentonita em escala comerc ial e existem várias pesquisas sobre o emprego deste material.

c. Substâncias Químicas para a Ajustagem do pH

1) Carbonato de sódio (Na_2CO_3)

O carbonato de sódio é um pó branco, bastante solúvel em água, usado quando a água não contém alcalinidade suficiente em quantida de para reagir com o cogulante. A reação entre o alúmen e o carbonato para reagir com o cogulante. A reação entre o alúmen e o carbonato de sódio produz dióxido de carbono que é formado quando a alcalinidade natural da água reage com o alúmen. Ne nhuma quantidade de dióxido de carbono é formada, quando um excesso de carbonato de sódio é usado, porque esse excesso combina-se com o dióxido de carbono, formando o bicarbonato de sódio.

É utilizado par controle de corrosão, ajustagem do pH e amaciamento da água. Por ser um dos álcalis mais caros é usado em reunião co m a cal, para a remoção da dureza permanente. O Carbonato de sódio dissolve-se mais rapidamente do que o alúmen amoniacal ou mesmo do que o sulfato de alumínio e deve-se levar isso em consideração, quando forem adicionados juntos à água.

2) Óxido de cálcio (CaO)

O óxido de cálcio, pode ser usado com o alúmen ou c om o sulfato ferroso para se obter a alcalinidade artificial. É usado também noabrandamento das águas. É chamado, normalmente, de cal virgem, cal viva ou simplesmente de cal. É de fácil deterioração quando estocada em locais que não obedeçam rigorosamente às normas.

A cal virgem ou óxido de cálcio é produzida pelo aquecimento do carbonato de cálcio (calcário). Em contato com a água combina-se com ela, formando hidróxido de cálcio comumente denominado cal hidratada. A cal ap licada na água é sempre a cal hidratada. Quando é utilizada cal virgem a aplicação é precedida de hidratação. A hidratação, ou seja, a combinação da cal virgem com a água, denomina-se comumente extinção, e se desenvolve com a liberação de grande quantidade de calor.

Apresenta-se aglomerada em blocos, granulada ou em pó. Exposta ao ar combina-se com a umidade deste, formando hidróxido, que por sua vez se combina com o gás carbônico, também presente no ar, formando carbonato pulverulento. É material cáustico, irritando fortemente a pele e as mucosas. Sua poeira causa problemas sérios nas vias respiratórias.

A proteção da cal virgem durante o transporte e armazenamento, contra o contato com umidade ou com água, é fundamental para garanti r sua qualidade e para evitar a ocorrência de acidentes provocados pela elevação da temperatura. Essa elevação pode atingir valores suficientes para provocar incêndios em materiais combustíveis.

3) Hidróxido de cálcio (Ca (OH)2)

O hidróxido de cálcio ou cal extinta ou cal hidratada tem a mesma utilização do óxido de cálcio. É um pó branco, podendo ser encontrado também em pequenos pedaços. Não deteriora quando estocado, possuindo mais impurezas que a cal viva.

Acal hidratada não exige os cuidados preconizados p ara a cal virgem, no que diz respeito ao contato com a água. Mas da mesma forma que a cal virgem, irrita a pele e as mucosas. Esse problema é agravado pelo fato de ser um material pulverulento muito fino, com baixo peso específico, produzindo por isso grande quantidade de poeira ao ser movimentado.

4) Silicato de Sódio

O silicato de sódio é usado também para a ajustagemdo pH, controle de corrosão e da dissolução do chumbo.

5) Hidróxido de sódio (Na OH)

O hidróxido de sódio é um dos produtos resultantes da eletrólise do cloreto de sódio, designado comumente por soda cáustica. É fornecido normalmente em solução concentrada que tende a se cristalizar quando sua temperatura se reduz.

Quando é utilizada soda em escama, esta é dissolvida, sendo armazenada em solução.

A dissolução deve ser feita com cuidado, porque durante o processo, ocorre grande liberação de calor. É usada para ajustagem de pH e controle da corrosão com um custo muito superior ao da cal ou da barrilha. Pode, em certas circunstâncias, constituir um sistema reserva para a dosagem de cal, com vantagens econômicas razoáveis.

É um reagente muito caro. Deve-se compreender que na suspensão cal-soda a cal reage com o carbonato de sódio, produzindo o hidróxido de sódio, com um precipitado de carbonato de cálcio: Na2 CO3 – CaO – H2O - - - - - - - - - - 2 NaOH – CaCO3.

6) Carbonato de cálcio (Ca CO3)

O carbonato de cálcio ou giz é um dos mais baratos reagentes usados no tratamento da água. É empregado em conjunção com o alúmen para o tratamento de água de alcalinidade baixa.

d. Substâncias Filtrantes

1) Diatomito

O diatomito é o resultado da decomposição de resíduos de algas microscópicas, chamadas diatomáceas, encontradas em depósitos em várias regiões do Brasil, principalmente Ceará e Bahia. É o meio filtrante dos atuais filtros do Exército. É também chamado de sílica diatomácea.

2) Carvão Ativado

O carvão ativado é produzido pela carbonização de m adeira e de outros produtos vegetais, em condições controladas, de modo a eliminar um máximo de produtos orgânicos que tendem a se volatiza na temperatura d e carbonização, com uma produção mínima de cinza.

Forma-se, desse modo, um material com porosidade elevadíssima e em conseqüência, com grande poder de absorção.

Existe no mercado um grande número de tipos de carv ão ativado, cada um deles com maior ou menor eficiência para eliminar substân cias presentes em um certa água. Essa eficiência não se relaciona com o ensaio de ab sorção de fenol, normalmente feito para evidenciar a qualidade do carvão ativado, torn ando-se por isso necessário experimentar vários tipos para determinar qual o qu e dará melhores resultados. Está sendo utilizado em filtros fixos, no lugar de areia, devido às qualidades de absorção, de porosidade e de eliminação do odor e sabor da água. O seu rendimento é mensalmente superior ao da areia.

e. Substâncias Químicas para a Redução da Dureza

A redução da dureza é conseguida através de tratamento especial que consiste na remoção dos compostos de cálcio e magnésio. Para a redução da dureza, operação também chamada de abrandamento, são utilizadas as seguintes substâncias:

1) Hidróxido de cálcio

Hidróxido de cálcio – Ca (OH)2 – cal hidratada – reage com os compostos de cálcio e magnésio principalmente os bicarbonatos fo rmando substâncias insolúveis que se precipitam.

2) Hidróxido de sódio

Hidróxido de sódio – NaOH – soda cáustica – pouco utilizada para o abrandamento pelo seu custo e difícil manuseio. Obtêm-se melhor resultado com o carbonato de sódio.

3) Carbonato de sódio

Carbonato de sódio – Na2CO3 – barrilha ou soda – reage principalmente com os sulfatos e cloretos de cálcio e magnésio, formando substâncias insolúveis que se precipitam.

3. **Processos de purificação de água no cantil**

a. Comprimidos Esterelizantes

A água pode ser purificada nos cantis com comprimid os individuais de purificação de água. Como esses comprimidos são fornecidos na dosa gem de 4 a 8 mg, varia o número de comprimidos a serem adicionados a um cantil de á gua. A água sendo mais ou menos clara, usa-se um comprimido de 8 mg ou 2 de 4mg. Se a água for turva, empregam-se 2 comprimidos de 8 mg ou 4 de 4 mg. É necessário que depois de empregar os comprimidos se espere 30 minutos no mínimo, para beber a água. Se suspeitar da

presença de esquistossomos ou de cistos amebianos, deve-se empregar, no mínimo, 4 comprimidos de 4 mg ou 2 de 8 mg.

b. Ampolas de hipoclorito de cálcio

Se não se dispuser de comprimidos esterelizantes, a água pode ser depurada nos cantis empregando o mesmo hipoclorito de cálcio que é empregado no saco Lyster. Dissolve-se uma ampola de hipoclorito de cálcio em um cantil cheio de água; esta solução concentrada é utilizada para purificar água em outr os cantis. A tampa do cantil é usada como medida. Junta-se uma tampa cheia de solução concentrada a cada cantil cheio de água a ser tratada.

Os cantis cuja água foi tratada dessa forma, devem ser bem agitados e a água só deve ser utilizada 30 minutos após a cloração. Quando se suspeitar de cistos amebianos ou esquistossomos, emprega-se duas tampas de solução concentrada. Se a água for turva deve-se usar três tampas cheias de solução co ncentrada.

c. Comprimidos de iodo

Para utilizar o iodo em comprimidos deve-se agir da seguinte maneira:

1) adicionar um comprimido ao cantil;
2) agitar ativamente;
3) esperar 20 minutos antes de utilizá-la. No caso d4e água muito fria, esperar 30 minutos;
4) usar dois comprimidos quando a água estiver turv a ou colorida.

4. **Processo de purificação de água do saco Lyster**

a. Uso do Saco Lyster

O saco Lyster é um saco para esterelizar água, pesa ndo oito quilos aproximadamente e com uma capacidade aproximada de 136 litros de água quando cheio até 10 centímetros da borda. Dispõe de quatro ilhos es em sua parte superior para poder ser pendurado e uma tampa.

É utilizado para esterelizar, servir como depósito de água e como meio de distribuição da água.

1) Ampolas de hipoclorito de cálcio

a) Para a esterelização da água do saco Lyster com ampolas de hipoclorito de cálcio deve-se proceder da seguinte maneira:

(1) suspender o saco no tripé apropriado e enchê-lo até 10 centímetros da borda;

(2) retirar uma pequena quantidade de água de uma d as torneiras e apará-la num caneco de cantil.

(3) quebrar uma ampola de hipoclorito de cálcio num caneco e agitá-la até que o hipoclorito esteja dissolvido. Juntar água até dois Terços do caneco.

(4) por a solução de hipoclorito de cálcio no saco e mexer com uma vara limpo, para que o hipoclorito se dissolva bem na água;

(5) depois de 30 minutos, abrir as torneiras de deixar escapar uma pequena quantidade de água;

(6) fazer os testes para verificar a presença do cloro livre na água. Os testes para determinação do cloro residual são feitos usando a ortotolidina.

(7) recolher de uma das torneiras 10 ml de água em um caneco de cantil limpo e juntar 1 ml de solução de ortotolidina.

(8) esperar cinco minutos e observar a coloração. Interpretar os resultados do seguinte modo:

O cloro residual pode ser determinados pelo comparador de cores do Equipamento de Análise. Nesse caso será verificado o valor do c loro residual, que deverá ser de 1 p.p.m. após 20 minutos de contato.

(9) Antes de entregar a água ao consumo, deixá-la e m repouso depois da prova, por 10 minutos, ou seja, um total de 30 minutos após a adição do hipoclorito.

b. **Tintura de iodo**

A tintura de iodo por ser utilizada como esterelizante na proporção de 10 ml desta tintura para os 136 litros de água do saco Lyster. A água só deve ser usada após 30 minutos da adição da tintura.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- Manual Técnico. Equipamento de Análise de Água MU-3. 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 1977.
- Manual Técnico. Abastecimento e Purificação de Água para Uso Militares. 1ª Ed. Brasília, EGGCF, 1973. (T5– 295).
- Bol Tec Esp Nr 01. Análise de Água. Brasília: Diretor ia de Material de Engenharia, 1982.
- Bol Tec Esp Nr 06. Equipamento de Purificação de águ a modelo 7 VT. Brasília: Diretoria de Material de Engenharia, 1983.

ASSUNTO 4.3
MOTO-BOMBA

1. INTRODUÇÃO

Os motores AGRALE equipam a maioria dos Grupos Geradores de 4 KVA e moto-bombas do Exército Brasileiro. São refrigerados a ar, podendo trabalhar com inclinação de 20^{o} de possuidores de partida elétrica e manual.

2. TIPOS DE MOTORES

Há 04 tipos de motores: - M-80, M-85, M-90 e M-93 I D.

3. PRESCRIÇÕES PARA UTILIZAÇÃO CORRETA DO MOTOR

a. Viscosidade e tipo de óleo lubrificante em funçã o da temperatura

b. Períodos de toca de óleo lubrificante

A primeira troca de óleo deve ser efetuada após às primeiras 25 horas de trabalho: as demais, a cada 70 horas. Ao trocar o óleo lubrificante, limpe ao redor do bujão de enchimento, antes de retirá-lo, a fim de evitar a e ntrada de sujeira no cárter. O consumo de óleo lubrificante é cerca de 2 a 3 gr/CV.

Nunca coloque óleo lubrificante acima do nível máximo, nem abaixo do nível mínimo marcado na vareta de óleo. O excesso de óleo produzperda de potência, deficiência na partida e aquecimento do motor. O motor não deve es tar inclinado, ao se verificar o nível do óleo.

c. Abastecimento

Uma condição primordial a ser observada no encher o tanque de combustível, é a de que os utensílios postos em contato com o óleo diesel estejam perfeitamente limpos e isentos de água. A água e as impurezas são as maior es inimigas do sistema de injeção à diesel.

A limpeza, por ocasião do abastecimento, é de importância fundamental para a conservação, durabilidade e bom funcionamento do motor. Para se obter a máxima durabilidade do filtro de combustível e dos componentes do sistema de injeção deve-se utilizar o óleo combustível filtrado ou centrifugado.

Ao abastecer, tenha o cuidado para não derramar óleo, pois este será impulsionado pela turbina, através das aletas de refrigeração do cilindro e cabeçote, absorvendo a poeira local e formando uma pasta que, com o tempo, obstruirá a passagem do ar e prejudicará o arrefecimento do motor. Observe també m, as seguintes recomendações:

1) não retire a tela filtrante do bocal do tanque d e combustível durante o abastecimento;
2) utilize sempre um funil para o abastecimento;
3) utilize o recompletamento do tanque, adotando o sistema de “Tanque Cheio”, evitando a condensação de umidade nas paredes do tanque;
4) caso o abastecimento seja realizado por camburão , não o agite, pois as impurezas precipitadas no fundo, voltarão a ficar e m suspensão; e
5) não utilize os últimos resto de combustível do c amburão.

4. COMO FUNCIONAR O MOTOR

a. Efetue a sangria da bomba injetora

Após haver colocado óleo no tanque de combustível,solte o parafuso oco da bomba injetora, com uma chave adequada, até que o mesmo escorra livre e sem bolhas de ar; feito isto, reaperte-o, sem deixar vazamentos, mas somente o necessário, pois apertar demais poderá ocasionar dano no parafuso ou na própria bomba injetora. Tal operação tornar-se-á desnecessária quando os motores estiver em equipados com o sistema de sangria automática.

b. Verifique o ruído característico da injeção

Puxe o Botão Auxiliar de Partida (BAP), acelere o m otor, ao máximo e abra a descompressão. Por intermédio da chave de ignição o u da manivela, movimente o comando de válvula, dando várias voltas, até que o bico inicie a fazer ruído característico da injeção. O motor está pronto para ser posto em f uncionamento.

c. Partida por manivela

1) Puxe o BAP, acelere o motor ao máximo e gire a a lavanca de descompressão deixando-a na horizontal.
2) Coloque a manivela.
3) Dê algumas voltas até certificar-se de que o com bustível está sendo injetado e, em seguida, continue a girar com bastante rapidez, baixando a alavanca de descompressão.

d. **Partida elétrica**

1) Puxe o BAP.
2) Gire a alavanca de descompressão.
3) Dê toda a aceleração no motor , acionando a alav anca para a posição “A”.
4) Gire a chave de contato no sentido horário.
5) Pressione o botão de partida.
6) observações importantes:

a) para auxiliar a partida nos dias frios ou pela manhã, recomenda-se puxar o BAP, caso o motor tenha dificuldade em pegar;

b) não deixe o motor de partida ligado ininterrupta mente por mais de 05 segundos;

c) solte o botão de partida assim que o motor entra r em funcionamento;

d) antes de acionar o motor de partida novamente, observe uma pausa de pelo menos 30 segundos, permitindo assim um resfriamento do motor de partida e a recuperação da bateira;

e) nunca torne a ligar o motor de partida com a cremalheira ou pinhão ainda em movimento, para não danificá-los;

f) se o motor não pegar, após algumas tentativas de partida, não insista; investigue a causa e, se necessário, peça auxílio do mecânico de sua Subunidade;

g) lembre-se que ao ligar a chave de contato, a lâm pada de controle de carga alternador/bateria deverá acender-se. Esta mesma lâ mpada deverá apagar-se assim que o motor entra em funcionamento;

h) evite acelerações bruscas, enquanto o motor não estiver totalmente aquecido.

e. **Partida por corda**

1) Puxe o BAP.
2) Acelere o motor.
3) Enrole toda a corda na polia.
4) Controle para que o motor fique na etapa de compressão.
5) Puxe a corda com força, num só golpe.
6) Se o motor não entrar em funcionamento, repita a operação.

f. Para desligar o motor

Deixe o motor trabalhando alguns minutos, em marcha lenta e sem carga. Após desacelere-o completamente.

ATENÇÃO: Nunca para o motor por intermédio da alava nca de descompressão. Este procedimento poderá causar sérios danos ao mesmo.

5. **MANUTENÇÃO DO MOTOR**

a. 1° Escalão

1) Manutenção diária ou a cada 10 horas

a) Verifique antes de iniciar o serviço, o nível do óleo lubrificante. Em caso de falta, complete-o. Utilize o óleo lubrificante recomendado; mantendo o nível entre as marcações existentes na vareta de medição.

b) Limpe o filtro de ar e troque o óleo do mesmo, quando o motor trabalhar em ambiente poeirento.

c) Ao abastecer o motor, cuidado para não derramar o combustível. Use o sistema de “Tanque Cheio”.

2) Manutenção semestral ou a cada 50 horas

Limpe a cuba do filtro de óleo e troque o óleo. Adicione 0,5 litros de óleo SAE 30, até o nível indicado. Lave a tela, usando querosene ou óleo diesel. Em hipótese alguma, utilize nessa lavagem gasolina, água ou qualquer lí quido aquente. Retire os detritos da entrada do filtro.

b. 2° Escalão

1) Manutenção a cada 70 horas

A troca de óleo lubrificante deverá ser efetuada sempre com o motor quente, retirando-se o bujão magnético, logo após haver desligado o motor e deixando-se escorrer o óleo do cárter em uma vasilha. O motor deve estar em nível para que saia todo o óleo do cárter.

Limpe o conjunto filtro de óleo do cárter e o bujão magnético e após, montar as peças, não esquecer de trocar os anéis de vedação do bujão magnético e do filtro de óleo do cárter. Torne a encher o cárter com 2,5 litros d e óleo recomendado, até o nível superior da vareta. Coloque o motor em funcionamento por alguns minutos sem carga.

Para a limpeza das aletas do cilindro do cabeçote, bem como da turbina do volante, mediante o uso de chaves, retire a carenagem do motor e, com uso de uma escova especial, limpe as aletas do cilindro, cabeçote e turbina do motor. Faça um reaberto em todos os parafusos e porcas existentes. Examine o nível da solução da bateria.

2) Manutenção a cada 200 horas

A troca normal do elemento filtrante deve ser feira a cada 200 noras. Este período pode ser reduzido, dependendo da qualidade do óleo diesel empregado.

Os motores poderão ser fornecidos com sistema de fi ltragem CAV ou BOSCH.

No sistema CAV para substituir o elemento filtrante, solte o parafuso superior central. Após substituído, é necessário efetuar-se a sangria através da borboleta situada na parte inferior do copo.

No sistema BOSCH a substituição é feita soltando-se o elemento filtrante, com o auxílio de uma cinta. A sangria é feita pelo parafuso superior, usando-se uma chave de fenda.

Ao efetuar a substituição do filtro, faça também uma limpeza interna no tanque de combustível.

Ao colocar o filtro novo, posicione correto e na face que diz ENTRADA coloque na mesma mangueira que vem do tanque; na outra, ou seja a SAÍDA, coloque a tubulação que vai para a bomba injetora.

“APERTE BEM AS BRAÇADEIRAS E FAÇA A SANGRIA DA BOMBA INJETORA”

3) Manutenção a cada 400 horas

Verificar a folga das válvulas observando o seguint e:

6. **CAUSAS DE PANE DO MOTOR**

a. **O motor não entra em funcionamento**

1) Verifique se o tanque possui óleo combustível. Caso seja necessário enchê-lo e se o motor não estiver equipado com sangria automát ica, não deixe de efetuar a sangria do sistema.

2) Se o tanque estiver com óleo verifique se o filtro está dando passagem ao combustível, aproveite para observar se há bolhas d e ar ou água na tubulação.

b. **O motor não tem compressão**

Verifique a posição da alavanca de descompressão, c aso a posição esteja correta, não insista e chame o mecânico de sua Subunidade ou Unidade.

c. O sistema de injeção não faz o ruído caracterís t ico Verifique a posição correta da alavanca do acelerador.

d. Causas que proporcionam mau funcionamento do motor

1) sujeira no filtro de ar;
2) sujeira no óleo lubrificante do cárter;
3) entupimento do escape;
4) entrada de ar falso na bomba injetora;
5) emperramento de válvulas e anéis de segmento dev ido a não observância do período de troca de óleo lubrificante;
6) desgaste excessivo dos anéis de segmento, pelo fato do motor trabalhar sem a filtragem de ar;
7) superaquecimento devido ao motor estar trabalhando com pouca aceleração, o sistema de injeção estar danificado ou haver estrangulamento na entrada de ar de refrigeração.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- Manual Técnico. Equipamento de Análise de Água MU-3. 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 1977.
- Bol Tec Esp Nr 06. Equipamento de Purificação de águ a modelo 7 VT. Brasília: Diretoria de Material de Engenharia, 1983.

ASSUNTO 4.4
EQUIPAMENTO DE ANÁLISE DE ÁGUA PARA USO EM CAMPANHA

1. EQUIPAMENTO PARA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DIATO-ÚTIL MODELO 7-VT

a. Generalidades

O equipamento de Purificação de Água Diato-Útil mod elo 7-VT devidamente instalado junto a uma fonte de água pode produzir 1 2.000 litros de água filtrada por hora.

Seu principal trabalho consiste em filtrar e esterelizar a água com sílica diatomácea e cloro. É de fabricação nacional; possui 7 velas e é transportável, caracterizando assim o modelo.

É a unidade básica para um GE e operando por 3 homens – 1 graduado e soldados.

O Equipamento 7-VT é formado pelo conjunto de sucção, recalque e tratamento, pelo diato-filtro e por um tanque de recobrimento.

b. **Conjunto de Sucção, Recalque e Tratamento**

1) **Motor – (conforme Cap III)**

2) **Bomba**

a) Características

(1) é do tipo centrífuga.
(2) de rotor fechado.
(3) com sucção máxima de 6 metros.
(4) com vazão horária máxima de 12.000 litros.
(5) com altura manométrica máxima de 40 metros.
(6) marca DANCOR – modelo 300

b) Funcionamento

(1) a bomba possui, na parte superior da carcaça, um copo pequeno robinete, destinados a encher a bomba com água, e r etirar o ar antes de iniciar o funcionamento.

(2) a graxeta da bomba não deve ser apertada em dem asia, a fim de evitar aquecimento do eixo e desgaste excessivo do mesmo.

(3) o ajuste e o aperto da graxeta devem ser feitos com a bomba em funcionamento; deixar sempre saindo um pouco de águ a que servirá para resfriá-la pois a rotação é muito alta.

(4) Na troca de graxeta colocar sempre da mesma qualidade original; no começo, quando nova, não apertar demais, apertar aos poucos com a bomba em funcionamento.

3) **Dosador de Sílica Auxiliar**

a) Características

(1) o dosador de sílica auxiliar se destina a melhorar as condições de filtração evitando a abertura de falhas no bolo filtrante e possibilitando um recobrimento com o material novo sobre o bolo filtrante.

(2) para águas claras, isto é, com baixa turbidez, não é necessário utilizar o dosador de sílica auxiliar.

b) Funcionamento

(1) abre-se o registro; 6 – registro geral do dosador de sílica auxiliar – e o registro 9 – registro de abastecimento do dosador de sílica auxiliar – possibilitando completar com água pré-tratada o recipiente com cap acidade para 20 litros. O excesso de dosagem de sílica auxiliar deverá provocar maior re sistência na entrada da água no interior do filtro.

(2) fecha-se o registro de abastecimento do dosador de sílica auxiliar; desta maneira, bloqueia-se pela ação da bóia a chegada de água do dosador de sílica auxiliar.

(3) dissolve-se 1,5 litro de sílica diatomácea que pode ser a Super Opalita 207 ou 208 nacional ou a Celite 504 importada.

(4) para se evitar a deposição do material é necessário a agitação manual através da manivela existente do dosador.

(5) abre-se o registro 5 – registro de saída da sílica auxiliar tendo o cuidado de retirar o ar do sistema pelo extrator de ar existente ao lado do registro de saída da sílica auxiliar.

(6) a altura da água no recipiente será mantida con stante através da ação da bóia que possui curso limitado e que se abrirá quando atingir o índice de limite mínimo.

c) Manutenção

O dosador possui o registro 13 – registro de drenagem do dosador de sílica auxiliar – situado no fundo do recipiente que permite o escoamento da água utilizada em sua lavagem.

4) **Dosador de Hipoclorito**

a) Características

(1) o dosador de hipoclorito permite que a solução de hipoclorito seja adicionada no circuito da água pré-tratada, portant o, é uma cloração feita antes da filtração.

(2) ganha-se tempo pois o cloro está agindo antes m esmo da filtração de um tanque de água pré-tratada.

(3) consome-se mais hipoclorito pois há, na água ma is consumidores de cloro antes do que após a filtração.

(4) no preparo da solução com hipoclorito de cálcio , deve ser utilizado um recipiente à parte para o preparo da solução, uma vez que este hipoclorito contém impurezas insolúveis; após a dissolução, deixar decantar por 15 minutos e despejar a solução no depósito de plástico do equipamento, cuj a capacidade é de 10 litros, tendo-se o cuidado de não deixar passar o material depositad o no fundo do recipiente inicial.

(5) caso seja utilizado o hipoclorito de sódio, a solução poderá ser feita diretamente no depósito de plástico do equipamento, uma vez que o hipoclorito de sódio é líquido.

b) Funcionamento

(1) abre-se o registro 7 – registro geral do dosador de hipoclorito.

(2) abre-se o registro 4 – registro de saída do dosador de hipoclorito – com cuidado de eliminar o ar do circuito pelo extrator de ar situado ao lado do registro de saída.

(3) Regula-se a dosagem da solução pelo hipoclorador, de maneira a lançar no circuito a dosagem ideal da solução de hipoclorito e conseqüentemente, de cloro.

c) Manutenção

(1) lavar o recipiente após o término da solução para se eliminar os detritos de hipoclorito.

(2) Conservar em condições de uso o filtro da solução existente na extremidade da mangueira plástica de sucção que se encontra dentro do recipiente da solução.

5) Válvula 1 ou Válvula Seletora

A válvula seletora permite, através de suas duas po sições, succionar a água do tanque de pré-tratamento ou do tanque de recobrimento. É de duas polegadas.

c. **Diatofiltro**

1) **Características**

a) o diatofiltro possui duas câmaras: uma superior para água filtrada e uma inferior para água pré-tratada, cada qual com um ma nômetro de 7 Kg/cm2.

b) possui quatro válvulas que regulam o funcionamen to do datofiltro.

c) possui ainda o registro para a coleta de amostra, também chamada registro 12.

d) todo o corpo do filtro é zincado a quente, o que garante uma durabilidade prolongada.

e) as velas são em número de sete: compõe-se de um corpo, uma camisa de tela e um castelo interno para distribuição de água , além de juntas para fixação e vedação.

2) **Funcionamento**

a) a válvula 2 ou válvula de entrada do filtro perm ite, através de suas posições, que a água penetre na câmara inferior par a recobrimento, filtração e lavagem ou na câmara superior para a retrolavagem. É de duas polegadas.

b) a válvula 3 ou válvula de saída do filtro permit e, através de suas três posições, que a água da câmara superior se destine ao tanque de água filtrada ou tanque de recobrimento ou ainda, interrompendo o circuito, oferece condições para a lavagem das velas. É de duas polegadas.

c) a válvula 10 ou válvula descompressora possui du as posições: aberta para a saída do ar ou fechada. É de uma polegada.

d) a válvula 11 ou válvula de descarga possui duas posições: aberta para a saída da água de lavagem ou de retrolavagem e fecha da. É de três polegadas.

3) **Manutenção**

a) é aconselhável que seja aberto o filtro para lim peza, anualmente ou quando ocorrem ciclos de filtração muito curtos.

b) uma vez aberto o filtro, deve-se aproveitar à oportunidade para verificação e limpeza das velas. Para isso, utiliza-se a chave especial fornecida com o equipamento. Antes de se afrouxar a porca de segurança da vela, deve-se soltar e levantar a placa divisora do filtro, onde estão fix adas as velas de filtração. A placa deve ser retirada da carcaça e colocada sobre dois cavaletes de madeira, de altura suficiente para que as velas não encostem no chão, mas tenham espaço para serem retiradas da placa.

c) ao ser retirada a porca de fixação, segurar a vela por baixo da placa e, uma vez solta, retira-se juntamente com o anel de vedação. Colocar o anel em lugar seguro, pois deverá ser utilizado novamente, quando da montagem após a limpeza.

d) as velas devem ser limpas e lavadas, utilizando-se a pequena escova metálica fornecida; não deve esfregar com muito rig or, pois essa operação poderá danificar o tecido de aço inoxidável que compõe a v ela.

e) uma vez limpa a vela, bem enxaguada, ela deverá ser recolocada em seu lugar e em seguida realizar as mesmas operações em todas as velas restantes. Repor os anéis de vedação.

f) se, durante a desmontagem e a remontagem das velas na placa divisora, algum dos anéis for danificado, deverá ser imediatamente substituído por um anel novo, pois qualquer defeito em um dos anéis de vedação poderá comprometer o bom funcionamento do filtro.

g) ao colocar de volta a placa divisora na carcaça do filtro, verificar sua posição correta, por meio da codificação existente na face externa dos flanges da carcaça e da placa divisora. Atenção com as juntas de vedação da placa com as flanges da carcaça.

d. Tanque de Recobrimento

1) **Características**

a) as velas para poderem funcionar como peças fundamentais na filtração necessitam Ter os septos de sua tela inoxidável rec obertos por uma substância filtrante.

b) o Equipamento 7-Vt foi projetado e testado para utilizar como elemento filtrante, a sílica diatomácea nacional do tipo Sup er Opalita nr 207 ou Super Opalita nr 208, ou ainda as de procedência norte americana tip o Celite nr 504 ou Dicalite “Speed Flow”.

c) essa sílica diatomácea, ou diatomito, possui div ersas outras aplicações industriais, tais como: isolantes térmicos, tintas, ceras de polimento, polidores de metal, etc.

d) é um silicato extremamente leve, pois 1 litro de sílica pesa em torno de 200g.

e) no tanque de recobrimento coloca-se 200 litros de água filtrada que é a capacidade do tanque, e acrescenta-se 2 litros de diatomito: o excesso de diatomito provoca uma maior resistência do bolo filtrante ã p assagem da água e sobrecarrega o funcionamento da moto-bomba e das velas.

f) após a colocação da camada de diatomito sobre a vela, o que ocorre no fim do recobrimento, é iniciada a filtração da água imp ura, retendo a referida camada de 90% das bactérias e sólidos causadores da turvação bem como cistos amebianos e cercárias de esquistossomos.

g) ao ser transportado ou armazenado o Equipamento 7-VT, o tanque de recobrimento deve ser afixado sobre o conjunto de sucção, recalque e tratamento.

e. **Funcionamento**

1) **recobrimento**

a) esta é a fase inicial, que se destina a colocar sobre as velas do filtro uma pequena camada diatomácea, que é verdadeiro meio fi ltrante de equipamento.

b) para isso é necessário colocar no tambor de reco brimento que tem a capacidade de 200 l, dois litros de diatomácea e em seguida, colocar água razoavelmente limpa, até 10 centímetros da borda do tanque. Agitar bem com um pedaço de madeira, deixar reposar e retirar com a mão qualquer corpo s obrenadante. Enquanto repousa, proceder às seguintes operações:

(1) colocar as alavancas das válvulas de 3 vias, nr 1, 2 e 3, na posição R;

(2) fechar todos os registros e válvulas, sem apert ar em demasia;

(3) retirar o ar da bomba, abrindo o robinete existente no corpo da mesma, até a saída de água – nesse momento, fechar o robinete;

(4) dar partida no motor à gasolina, observando as instruções do ítem respectivo;

(5) agitar bem a mistura do tanque de recobrimento;

(6) uma vez atingida a rotação de funcionamento, abrir lentamente o registro 8, até a metade de seu curso;

(7)observar, pelo visor existente no corpo do filtro o processo de recobrimento das velas.

Inicialmente a água estará turva devido à suspensão da diatomácea com a continuação da filtração, a diatomácea vai se dep ositando sobre a vela e aí mantida pela pressão da água. No fim de 5 minutos, aproxima damente, a água deverá estar clarificada e, pelo visor se poderá distinguir perf eitamente o envolvimento das velas pela camada de diatomácea.

Durante a operação de recobrimento, a mangueira de retorno da água filtrada deverá ser mantida dentro do tanque de rec obrimento, para proporcionar agitação contínua no meio líquido.

Realizada a fase de recobrimento, passar à filtração.

2) **filtração**

a) sem parar o motor, realize as seguintes operações:

b) abrir totalmente o registro Nr 8;

c) colocar a alavanca da válvula 1 na posição F e d eixar encher o tanque de recobrimento com água filtrada até 10 centímetro s da borda;

d) em seguida colocar a alavanca da torneira 3 na posição F.

Está, assim, o equipamento funcionando no ciclo de filtração.

3) Operações Complementares

a) Cloração

Estando o depósito de hipoclorito convenientemente carregado, procede-se da seguinte forma:

(1) abrir lentamente o registro 7;

(2) abrir o extrator de ar situado na parte inferior do registro 4 e fechá-lo assim que saia água;

(3) abrir totalmente os registros 4 e 7:

(4) a dosagem de hipoclorito é realizada pelo hipoclorador que deverá ser regulado em função do volume da solução de hipoclorito e do cloro residual pretendido na água filtrada.

Observar o conteúdo do depósito de hopoclorito, de forma não deixar esvasiar-se. A entrada de ar através do tubo de sucção da solução afetará o funcionamento da bomba centrífuga.

b) Complementação da Sílica

Sendo necessária utilizar mais sílica diatomácea pa ra auxiliar a filtração deve-se proceder da seguinte forma:

(1) abrir os registros 6 e 9, para complementar o nível do dosador;

(2) fechar o registro 9: a bóia manterá, automaticamente, o nível da água no dosador;

(3) extrair o ar da tubulação, abrindo o extrator existente na parte inferior do registro 5;

(4) abrir o registro 5.

Realizadas essa operações, o equipamento estará fun cionando, a plena carga, produzindo uma água com ótimas características de potabilidade.

Periodicamente devem ser observados os manômetros instalados no corpo do filtro, principalmente o instalado na parte inferior – manômetro B. Quando este manômetro indicar 3,5 Kg/cm2, é chegada a hora de efetuar a lavagem do filtro. A observação do comportamento das velas filtrantes pode servir, também, como orientação para indicação da lavagem, pelo simples escurecimento do bolo filtrante depositado sobre as velas.

4) Lavagem

Para efetuar a operação de lavagem do filtro, procede-se da seguinte forma, sem parar a bomba:

a) colocar a alavanca da válvula 3 na posição L:

b) esperar que as pressões indicadas nos manômetros A e B se igualem e atinjam no máximo 4 Kg/cm2;

c) fechar rapidamente o registro 8;

d) tendo colocado a mangueira de descarga de lavagem em um ponto conveniente, acionar simultaneamente utilizando ambas as mãos as válvulas 10 e 11;

e) deixar escoar totalmente a água do filtro e abri r lentamente o registro 8, para lavar o fundo do filtro, arrastando qualquer resíduo de lama que porventura tenha ficado retido; após a limpeza, fechar o registro 8;

5) **Retrolavagem**

a) colocar a alavanca da válvula 2 na posição 2L e a da válvula 1 na posição R;

b) abrir o registro 8;

c) utilizar, nesta operação, 1/3 do volume de água do tanque de recobrimento;

d) fechar o registro 8;

e) fechar as válvulas 10 e 11.

Observação: por ocasião da lavagem ou da retrolavag em, a mangueira de descarga deve estar dirigida para um local a jusante da tomada de água e o mais afastado possível para evitar uma recontaminação da água e não prejudicar a drenagem do local.

f. Recomendações Gerais

1) No caso de uma parada prolongada ou remoção do equipamento para outro local, deve-se esvaziar completamente todos os recipientes e também o filtro. Para retirar a água do tanque de recobrimento, utiliza-se a bomba, fazendo a água passar pelo filtro e se encaminha para um ponto de esgoto. Esvaziar e lavar o dosador de diatomácea auxiliar, não deixando resíduos.

2) As mangueiras devem ser limpas e esvaziadas; não utilizar graxa ou solventes químicos para limpeza – use somente água. Retire os anéis de borracha das juntas rápidas, limpe-os e guarde-os em local seco.

3) Utilize sempre, para montagem, desmontagem e reparos, as ferramentas fornecidas com o equipamento. A utilização de ferramentas estranhas poderá causar danos ao equipamento.

4) Não esquecer que a vida e eficiência das velas d ependе do cuidado que se tem com elas – portanto, não guarde nem mantenha o equi pamento parado por longo tempo sem, antes, proceder a uma limpeza correta das mesmas.

5) No caso de parada prolongada ou armazenamento do equipamento, lavar prolongadamente, com água limpa, todos os sistemas de preparo, armazenagem, dosagem e aplicação do hipoclorito e da diatomácea auxiliar.

6) Para transporte manual do equipamento devem ser utilizados os pegadores, peças tubulares que se introduzem na estrutura tubular do conjunto. Cada conjunto possui quatro pegadores para ser transportado por quatro homens. Uma vez transportado e locado, os pegadores devem ser introduzidos na estrutura tubular, a fim de evitar transtornos e acidentes.

2. **EQUIPAMENTO SUPLEMENTAR**

a. Generalidades

O equipamento suplementar é um conjunto de acessórios necessário ao funcionamento do Equipamento 7-VT, pois auxilia e viabiliza a operação de um ponto de água.

É constituído de tanques de armazenagem, mangueiras, ralos, cestos químicos, moto-bomba, ferramentas, e diversos outros acessórios que podem melhorar as condições de qualidade e de quantidade da água.

b. **Tanques de Armazenagem**

São reservatórios portáteis destinados ao armazenam ento de água bruta, pré-tratada ou tratada.

Em cada caso, possibilitam o armazenamento da água com segurança, permitindo uma maior flexibilidade no emprego do equipamento de um ponto de água.

Para sua instalação, deve-se atentar para que o terreno seja nivelado, sem pedras, raízes ou outros objetos ou materiais pontiagudos que possam danificar o fundo do tanque; utilizar sempre o tapete, por melhor que seja o local a ser utilizado, evitando desta forma o contato direto do fundo do tanque com o solo.

Os tanques de armazenagem são compostos de um tanqu e desdobrável, tapete, apoios de madeira, suportes tubulares, capas de apoios, coberta estacas e amarras para estaiamento e um conjunto de reparação.

O tanque desdobrável é de borracha sintética revestida de nylon. Tem capacidade para 12.000 litros. Deve-se Ter o cuidado de não pi sar sobre ele com calçados que possam danificá-lo e não colocar sobre ele objetos pesados. Possui, para facilitar a lavagem interna, duas saídas de duas polegadas, em pontos opostos, na parede junto ao fundo.

O tapete é do mesmo material do tanque e de maior diâmetro, com a finalidade de proteger o fundo do tanque do contato direto com o solo.

Os apoios de madeira são em número de vinte e têm a função de manter o tanque em posição de uso.

Os suportes tubulares são constituídos de tubos e a uxiliam na fixação do tanque em posição de uso.

As capas de apoio são colocadas no topo dos apoios; possuem alturas diferentes e são ligadas aos terminais dos suportes tubulares.

A coberta é do mesmo material do tanque, porém de forma quadrangular e tem como finalidade proteger a água de poeira, folhas, insetos, etc.

As estacas e as amarras auxiliam na fixação do tanque e exercem a ação de estaiamento.

O conjunto de reparação tem como finalidade reparar cortes ou perfurações do tanque e consiste de: tubos de cimento, material para revestimento, grampos de fixação e material resinoso.

c. Mangueiras

São feitas de borracha grossa e lona, tendo o inter ior reforçado com metal, para evitar a diminuição de sua eficiência.

As extremidades das mangueiras são de latão, tendo uma união-fêmea e uma união-macho com luva.

Antes de ligar os bocais metálicos das mangueiras a o equipamento deve-se observar a presença dos anéis de vedação e dar o aperto com a chave apropriada – chave para bocal macho-fêmea.

Não pode haver vazamentos ou entradas de ar no circ uito das mangueiras; instalar na ponta da mangueira de sucção uma válvula de rete nção para evitar que a água desça pela mangueira perdendo o escorvamento.

As mangueiras devem ser guardadas esticadas e limpas; não usar graxa ou óleo; usar glicerina com álcool na proporção de 50%.

d. Ralos

Servem para evitar a sucção de materiais sólidos das fontes que possam danificar a bomba; são colocados na extremidade da mangueira de sucção e podem Ter válvulas de retenção.

e. Cestos Químicos

São cestos perfurados de forma cilíndrica, de mater ial inoxidável que servem para adicionar substâncias químicas no tanque.

f. Moto-Bombas

Além das recomendações de utilização já salientadas para a moto-bomba do conjunto de sucção, recalque e tratamento deve-se manter a moto-bomba isolada sempre nivelada e bem assentada no terreno.

O conjunto não deve estar acima de 4,5 metros do ní vel da água e o seu reservatório de combustível tem capacidade menor do que a moto-bomba do CSRT (Conjunto Sucção, Recalque e Tratamento).

A moto-bomba isolada tem como finalidade, succionar água da fonte para o tanque de pré-tratamento e distribuir a água do tanque de água filtrada para as viaturas cisternas.

g. Ferramentas

Desde a instalação até o recolhimento de um ponto de água utilizam-se várias ferramentas para a instalação: pás, picaretas, foic es, facões de mato, enxadas, etc. Na montagem do equipamento: chaves de fenda, chaves de boca ajustáveis, chaves de boca especial, chaves para bocal macho-fêmea, jogo de ch aves especiais, alicates, martelos, etc.

3. UFOR 1012: Unidade Móvel de Alta Capacidade para Tratamento de Água em Condições Extremas.

a. INTRODUÇÃO

Este manual de operação aplica-se aos equipamentos móveis de tratamento de água por UF e OR Perenne.

A UFOR foi projetada de acordo com os mais recentes padrões de engenharia e a experiência acumulada pela Perenne para garantir água tratada atendendo à vazão e a qualidade final desejada pelo cliente. Dispositivos de segurança, componentes robustos, circuito de limpeza químico integrado e instrumentos de precisão facilitam o diagnóstico e protegem o processo, todavia, a operação e a manutenção têm um papel fundamental no desempenho e durabilidade do equipamento.

Em virtude da personalização dos equipamentos às necessidades do cliente, alguns detalhes do processo e componentes não serão apresentados neste manual precisando ser posteriormente confirmados através das fichas técnicas e das folhas de dados que acompanham o fornecimento. Procedimentos e métodos adicionais poderão ser fornecidos pela equipe de assistência técnica da Perenne e do Perenne Lado a Lado de forma a aperfeiçoar a produção e reduzir os custos operacionais.

b. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Fluxograma da UFOR;
Folha de Dados da UFOR;
Quadro de válvulas da UFOR;
Ficha de dosagem de químicos da UFOR;
Manual de operação do painel (IHM) da UFOR;
Anexos: I ao VII do manual de operação;

c. SEGURANÇA

A leitura do manual é imprescindível para a utilização da UFOR.

c.1. Geral

A UFOR foi dimensionada para garantir a segurança do equipamento e do usuário nas condições normais de operação. O uso do equipamento fora das condições de projeto, a manutenção e conservação inadequada ou insuficiente, a alteração das características originais dos componentes ou da lógica de automação bem como a realização de serviços por mão de obra não qualificada ou não habilitada invalida a garantia além de colocar em risco a vida dos usuários.

c.2. Produtos químicos

Os produtos químicos utilizados no tratamento de água são perigosos e podem causar danos à saúde quando manipulados de forma incorreta.

Ao adquirir produtos químicos, exija do fornecedor a FISPQ (Ficha de Informações e Segurança de Produto Químico). Observar atentamente as recomendações de uso e manter a documentação em local acessível à equipe de operação.

Ao manipular produtos químicos utilizar sempre equipamentos de proteção individual.

c.3. Elétrica

Os condutores que alimentam o sistema precisam atender aos requisitos de tensão e corrente constantes na folha de dados do sistema bem como as normas nacionais vigentes. O equipamento deve estar sempre aterrado, de preferência em pontos distintos da estrutura e do painel.

O painel elétrico e os motores das bombas, salvo quando especificado na folha de dados, não possuem proteção contra a água. Instalar o sistema em local abrigado da chuva, inundações e jatos de água. Durante a montagem e manutenção da tubulação, as partes elétricas precisam ser protegidas.

Serviços elétricos, no Brasil, deverão ser realizados por profissional habilitado conforme a norma regulamentadora NR-10 do Ministério do Trabalho.

c.4. Posicionamento de válvulas

As válvulas são posicionadas de acordo com o quadro de manobras, anexo a este manual de operação. Recomenda-se dupla verificação do posicionamento das válvulas antes da partida da unidade uma vez que a tubulação poderá partir-se em caso de manobra incorreta.

c.5. Dispositivos de proteção

A UFOR conta com diversos dispositivos de proteção, dentre eles:

- Chaves de nível nos tanques para evitar extravasamento ou operação das bombas a seco;
- Intertravamento lógico através da pressão de alimentação;
- Dispositivos de proteção elétrica instalados no painel.

d. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

d.1. ULTRAFILTRAÇÃO

Esta unidade de Ultrafiltração (UF) é uma variedade de filtração por membrana, na qual a pressão hidrostática força um líquido por uma membrana semipermeável. Sólidos suspensos e contaminantes microbianos são retidos, enquanto a água, moléculas pequenas e íons passam pela membrana. A seletividade da membrana depende do tamanho de seus poros. Com o tempo de operação, como os sólidos vão se acumulando na superfície, a água passará a experimentar uma maior resistência para passar pela membrana.

Como o fluxo da água de alimentação é contínuo, isso acarretará em um aumento de pressão. Para que a pressão volte ao seu valor inicial, são realizadas limpezas em intervalos regulares, podendo variar de 15 a 30 minutos, com duração aproximada de 3 minutos. Contudo, com o tempo, a pressão não retornará ao seu valor inicial após a limpeza, sendo necessário um processo de limpeza química, mais agressivo.

A pressão necessária para que a água passe pela membrana é chamada Pressão Trans-Membrana. A Pressão Trans-Membrana é definida como sendo o gradiente de pressão da membrana, ou a pressão de alimentação média menos a pressão de permeado. A pressão de alimentação é medida no ponto de entrada de água no módulo da membrana. Entretanto, essa pressão não é igual a pressão de alimentação média, pois o fluxo através da membrana causará perda de carga hidráulica.

A operação desta unidade de Ultrafiltração conta com duas etapas, a etapa de filtração e a etapa de limpeza da membrana. A etapa de filtração consiste no enchimento da linha e na filtração e a etapa de limpeza da membrana consiste na Contra Lavagem, Aeração e Drenagem.

A etapa de limpeza tem como objetivo a remoção dos sólidos que se acumulam na superfície da membrana.

Na Contra Lavagem, o permeado retorna, fazendo o fluxo inverso ao da filtração, assim os sólidos na superfície da membrana são removidos, saindo pela linha do rejeito. Este procedimento ajuda a melhorar a qualidade do permeado e aumenta o tempo de operação do processo antes da limpeza química.

Na Aeração, a contra lavagem continua e bolhas de ar são injetadas pela parte inferior do módulo da membrana, removendo fisicamente os incrustantes da membrana.

A Drenagem garante a retirada da tubulação dos sólidos que foram removidos pela Contra Lavagem e pela Aeração, evitando assim uma nova incrustação por esses mesmos sólidos.

A ordem e duração da filtração, contra lavagem e aeração é definida pela Perenne de acordo com as características da água de alimentação e do permeado.

A planta de UF é automatizada requerendo apenas rotinas de manutenção periódica. As membranas tem vida útil média de 5 anos.

O sistema de UF da Perenne utiliza a configuração de fibras ocas pressurizadas.

d.2. OSMOSE REVERSA

A Osmose Reversa é um processo para tratamento baseado em membranas que tem como principal objetivo a separação de sólidos dissolvidos da água. Sólidos dissolvidos podem ser entendidos como contaminantes da água que não são retidos em filtros, como íons (cloretos, sulfatos, fluoretos, sódio, cálcio, magnésio, bário, etc..), metais e compostos de baixo peso molecular. A capacidade de separação quase absoluta das membranas também as torna propícias para aplicações

sanitárias em que é vedada presença de vírus, bactérias e outros microorganismos na corrente de água tratada.

Aplicações industriais do processo de Osmose Reversa incluem: abastecimento público de água (remoção de dureza, fluoretos, cloretos, sal e metais), dessalinização de água do mar, polimento de efluentes, reuso de efluentes, desmineralização para alimentação de caldeiras e turbinas, concentração de sucos, concentração de proteínas, serviços de hemodiálise, produção de água ultra-pura e remoção de sulfatos para injeção em poços de petróleo.

A osmose é um fenômeno termodinâmico natural que ocorre nas células e tecidos vivos, através de membranas semi-permeáveis, ou seja, barreiras que permitem a passagem da água (solvente) porém bloqueiam a passagem dos sais (soluto). Quando duas soluções com concentrações distintas de soluto são divididas por uma membrana semi-permeável, o solvente da solução menos concentrada migra para mais concentrada até o equilíbrio de concentrações nos dois lados da membrana. Se a solução mais concentrada está em um recipiente fechado, a migração exerce uma pressão no interior do compartimento denominada pressão osmótica. A pressão osmótica é proporcional à diferença de concentração de soluto nos dois lados da membrana.

O processo de Osmose Reversa baseia-se na pressurização da corrente de água que se deseja tratar através de uma membrana semi-permeável sintética. A pressão aplicada na membrana é superior à pressão osmótica, invertendo o fenômeno termodinâmico da osmose e permitindo que a água passe para o lado com menor concentração de sais. A água que atravessa a membrana recebe o nome de permeado.

Os sais retidos pela membrana passam a concentrar-se em sua superfície aumentando a pressão osmótica e conseqüentemente, a pressão de alimentação necessária para a filtração. Para que a pressão de alimentação possa ser mantida constante, é necessário remover continuamente os sais acumulados. No sistema de Osmose Reversa esta remoção é realizada através de uma corrente denominada concentrado (ou rejeito).

Um equipamento de Osmose Reversa é composto de três componentes principais: a bomba de alta pressão, os vasos de membranas e as membranas de Osmose Reversa. A finalidade da bomba é gerar pressão suficiente para vencer a pressão osmótica e inverter o fenômeno natural da osmose, evidentemente, dependendo da qualidade da água de alimentação é necessária uma bomba mais ou menos potente. Sistemas de tratamento de água do mar operam a pressões da ordem de 60 bar enquanto que equipamentos para água de superfície costumam trabalhar com 10 bar.

As membranas são compostas de folhas poliméricas planas, enroladas em um cartucho denominado elemento. Os elementos são instalados em série dentro de recipientes dimensionados para suportar as elevadas pressões denominadas vasos de membranas. A água segue de uma extremidade do vaso até a outra, sendo gradativamente concentrada a cada elemento de membrana (Figura 6). A quantidade de elementos de membrana em série determina a taxa de recuperação (será apresentada adiante neste manual). Quando são necessárias mais membranas em série do que os vasos comportam é adotada a configuração de estágios (apresentada adiante neste manual), em que os vasos também são alinhados em série.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- Manual Técnico. Equipamento de Análise de Água MU-3. 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 1977.

- Bol Tec Esp Nr 01. Análise de Água. Brasília: Diretor ia de Material de Engenharia, 1982.

- Bol Tec Esp Nr 06. Equipamento de Purificação de águ a modelo 7 VT. Brasília: Diretoria de Material de Engenharia, 1983.

- Brasil. Política de Gestão Ambiental do EB. Brasília. Portaria n° 570/Cmt Ex, de 6 NOV 01.

- Brasil. Diretriz Estratégica de Gestão Ambiental no EB. Brasília. Portaria n° 571/Cmt Ex, de 6 NOV 01.
- 6029-MA-10-001-C - Manual de operação - UFOR

ASSUNTO 3.5
EQUIPAMENTO DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUA

1. EQUIPAMENTO DE ANÁLISE DE ÁGUA MODELO BRASILEIRO MU-3

a. Generalidades

O Equipamento de Campanha para Exame de Água dispõe dos recursos necessários para a realização, no campo, de um conj unto de análises e provas químicas destinadas ao controle da qualidade e determinação das condições de tratamento de água disponível na área, para fins de suprimento à tropa.

1) O Equipamento cobre dois grupos de ensaios:
   a) Ensaios de rotina para controle de tratamento, incluindo:
      (1) ensaio de coagulação e decantação;
      (2) determinação de pH;
      (3) determinação de cloro residual;
      (4) determinação de turbidez.
   b) Ensaios de controle de qualidade e potabilidade, que incluem:
      (1) ensaios de salinidade para determinação de: dureza, alcalinidade, cloretos e sulfatos;
      (2) ensaios para determinação de substâncias tóxica s: arsênico, mostarda (inclusive mostarda nitrogenada e cloreto de cianogênio), pH, demanda de cloro, características organolépticas (odor e sabor).

2. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

a. Generalidades

O Equipamento de Campanha para Exame de Água compõe -se de três caixas de madeira compensada, interligadas por um sistema de presílhas, formando um conjunto único, compacto e portátil. O sistema de interligaç ão permite que cada caixa possa ser destacada do conjunto, transportada e utilizada separadamente. O transporte manual será feito mediante um sistemas de alças e correias.

Cada caixa compõe um estojo para fins específicos, conforme se descreve nos itens a seguir. Internamente, as caixas dispõem de gavetas com prateleiras em madeira, nas quais estão recortados os compartimentos apropr iados para fixação de cada peça componente. Os compartimentos são numerados e corre spondem aos materiais de mesma numeração.

O Equipamento dispõe de uma prancheta revestida de plástico branco, situada entre as caixas 1 e 2, removível, para utilização na prova de turbidez ou para qualquer outra finalidade auxiliar, quando for necessário o uso de fundo branco.

b. Constituição dos Componentes

1) Caixa 1 (Estojo 1)
   a) Contém os reagentes e materiais destinados aos ensaios de rotina. Compreende três gavetas, a seguir discriminadas:
   (1) gaveta 1a (1^{a} parte) – estojo de pipetas e bastões de vidro.
   (2) gaveta 1b (2^{a} parte) – estojo para ensaio de floculação e determinação do pH e cloro residual.
   (3) gaveta 2 - estojo de material auxiliar (funil e copo graduado 1.000 ml)
   (4) gaveta 3 – estojo para ensaio de turbidez.

A caixa é fechada por uma porta dupla, na qual estão adaptados suportes para fixação das escovas de limpeza. Na face superior da caixa acha-se fixado um suporte para funis, escamoteável.

2) Caixa 2 (Estojo 2)

a) Contém os reagentes e materiais destinados aos ensaios de controle qualitativo. Compreende três gavetas superpostas, r emovíveis, discriminadas a seguir.

(1) gaveta 1 – estojo para frascos de titulação (erlenmeyer, 250 ml) e frascos de reagentes, 250ml, para soluções de estoque, utilizadas nos ensaios de salinidade.

(2) gaveta 2 – estojo para frascos de titulação (dureza), frascos de reagentes, 125 ml e contagotas, 60 ml (soluções de indicador), utilizados nos ensaios de salinidade e materiais auxiliares.

(3) gaveta 3 – estojo contendo o conjunto de frascos e reagentes para as provas de presença de produtos tóxicos: conjunto de materiais auxiliares – funis analíticos, proveta 25 ml e pipetas graduadas.

A caixa é fechada por porta dupla, na qual está ada ptado fixador de escovas de limpeza.

3) Caixa 3 (Estojo 3)

Contém os materiais de suprimento para os estojos de análises. Localiza-se na parte superior do conjunto e dispõe de condições pa ra ser eventualmente transportada ao campo.

3. PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS

a. Testes de Controle de Rotina

1) Determinação de cloro residual

a) Generalidades

O processo de cloração de água para consumo é reali zado usualmente com finalidade de desinfecção bacteriana e é efetuado pela adição direta de cloro gasoso, ou de composto de cloro, tais como os hipocloritos (hipocloração), usualmente empregados em campanha.

Além do efeito bactericida, o cloro atua como agente oxidante, com ação sobre diversas outras substâncias que ocorrem nas á guas naturais, inclusive aquelas contaminadas por efluentes industriais ou sanitário s – matéria orgânica e compostos de ferro, manganês, gás sulfídrico e produtos químicos , orgânicos, oriundos normalmente, de armas de guerra química.

Assim, a cada água a ser tratada corresponderá uma demanda total de cloro igual à quantidade de cloro consumido na ação desinfetante, mais o consumo equivalente à ação química sobre essas substâncias. Para garant ia de uma perfeita desinfecção, a adição do cloro é feita em excesso da demanda total, de forma a manter um teor mínimo de cloro residual na água tratada, após determinado período de tempo. Para fins de consumo, este teor deverá estar entre 0,5 e 1,0 ppm , segundo os padrões de potabilidade vigentes.

b) Procedimento

Para a determinação do cloro residual, utilize o comparador do estojo. Primeiramente, lave o tubo de amostra com a água a ser analisada e em seguida encha o tubo até o nível indicado pela marca. Acrescente 5 gotas de solução OTO (O. tolidina). A presença de cloro residual será indicada pelo desenvolvimento de cor amarela. Agite bem para obter homogeneização e compare a cor da amostra com a escala de cores do comparador. Reporte o resultado em ppm, considerando o valor do padrão correspondente à cor mais próxima a da amostra.

O tempo necessário ao desenvolvimento completo de c or depende da forma como se apresenta o cloro residual – forma de cloro livre ou cloro combinado (cloraminas) – e também da temperatura. O desenvolvimento de cor em amostras contendo cloro residual combinado não é imediato. Assim, deve-se aguardar cerca de 5 minutos, após a adição da

solução indicada e tanto quanto possível, manter a amostra ligeiramente aquecida (acima de 10 graus C), o que se consegue mantendo o comparador na mão fechada.

A regra básica de cloração em campanha estipula que se lance cloro na água a ser tratada até obtermos um cloro residual de 1 ppm após um período de contato do cloro com a água de 10m minutos, e que esta água deve ser deixada em repouso por mais 20 minutos antes de ser distribuída, perfazendo um tempo total de 30 minutos.

2) Determinação do pH

a) Generalidades

A determinação do pH destina-se à verificação das condições de meio ótimas para o processo de tratamento por floculação aplicado a determinados tipos de água, conforme se descreve no procedimento para o e nsaio de floculação.

b) Procedimento

Utilize o comparador do estojo (escala pH 6,8 a 8,0). Lave o tubo de amostra com a água a ser tratada e, em seguida, encha até o nível da marca. Acrescente 5 gotas da solução geneizar. Compare com os padrões de pH; contra fundo branco. Reporte com o pH de amostra o valor do padrão cuja cor seja mai s próxima a da amostra.

Se o valor do pH for menor que 6,8, utilize o comparador de papel da Caixa

2. Lave o tubo do comparador com nova porção de amostra e encha até o nível da marca. Retire um pedaço de papel do tamanho adequado (evite manuseio com as mãos sujas ou exposição prolongada no ambiente ou à luz solar direta). Compare com a escala de padrões do comparador de papel e reporte o pH corre spondente, com a aproximação de 1,0 unidade.

3) Ensaio de coagulação

a) Generalidades

A coagulação é o processo de purificação de águas, pelo qual as partículas finalmente divididas, capazes de permanecer indefinidamente em suspensão, causadoras de cor e turvidez indesejáveis em águas para consum o, são consumidas ou aglomeradas por meio químico à partículas de tamanho e massa suficientemente grandes para efetuar uma sedimentação rápida e a conseqüente clarificaçã o da água.

O processo de coagulação utiliza diferentes produtos químicos, ou combinações de alguns produtos, dependendo da natureza de das características da água a ser tratada. Os produtos mais usados são o s ulfato de alumínio (alúmen) ou o sulfato de alumínio amoniacal (alúmen amoniacal) co mo coagulantes, e a soda cáustica ou o carbonato de sódio, para acerto de meio (pH).

A finalidade do ensaio de coagulação é a determinação das quantidades adequadas de produtos químicos necessários à obtenção de uma perfeita clarificação da água, em ótimas de pH. O pH ótimo é aquele que corresponde à melhor floculação e sedimentação de flóculos. O valor ótimo varia substancialmente com a água a ser tratada. O pH da água tratada por floculação deverá ser igua l (ou muito próximo) do pH ótimo determinado no ensaio de coagulação, desde que as quantidades de produtos químicos calculados no ensaio tenham sido corretamente adicionadas.

O tratamento de água em instalações de pequeno port e – como é o caso dos tanques utilizados em campanha (cerca de 12.0000 1) – utiliza especialmente o alúmen amoniacal como coagulante e o carbonato de s ódio como corretivo de pH.

b) Preparo das soluções padrão.

O ensaio de coagulação utilizada no estojo está loc alizado na posição 4 (Caixa 1).

(1) Solução de alúmen amoniacal (1 ml = 0,008 g alú men)

(a) utilize o frasco de solução de 125 ml (posição 5a); coloque um funil (posição 8) no frasco vazio, com o auxílio do suporte (posição 16).

(b) Abra uma cápsula de alúmen – 0,80 – 0,05 (posiç ão 7a) – e despeje o conteúdo diretamente no funil; tome o cuidado de esvaziar a cápsula o máximo que possa.

(c) Encha um dos vidros vazios do estojo de coagulação (posição 4) com água potável limpa. Despeje cuidadosamente a água n o funil de forma a transferir o alúmen para dentro do frasco e termine a operação l avando bem o funil e cápsula e recolhendo a lavagem diretamente no frasco.

(d) Depois que o alúmen tenha se dissolvido inteira mente termine de encher o frasco com água, até completar o volume da marca de aferição (100 ml).

NOTA: Quando, depois de algum tempo de uso a solução acabar, despeje qualquer resto de líquido ainda existente e lave o frasco, antes de utilizá-lo no preparo de nova solução.

(2) Solução de carbonato de sódio

Prepare a solução padrão de carbonato de sódio exatamente da mesma forma que a solução de alúmen amoniacal, utilizando a cápsula de carbonato de sódio + ou – 0,40 + ou – 0,05 g (posição 7b) e outro frasco de 125 ml (posição 5b).

c) Procedimento para o ensaio

Encha os 4 vidros do estojo de coagulação com a amostra de água a examinar, até a marca de aferição (200 ml).

Empregue diferentes dosagens de alúmen em cada um d os quatro frascos. Em uma primeira série de ensaios, faça adições equivalentes às concentrações de alúmen em g/1, abaixo indicadas, acrescentando c om a pipeta graduada os volumes correspondentes da solução padrão de alúmen.

Coloque os frascos no estojo e agite durante 2 minutos.

Leve o estojo à sombra, observe os frascos contra a luz e verifique a formação dos flocos. Determine o pH da água do fras co no qual formaram-se flocos satisfatórios. Considere satisfatórios os flocos que mais rápido arrastem a turvação em suspensão, de modo que a água resultante por decant ação, se mostre perfeitamente límpida e clara. Os flocos devem formar-se e serem visíveis a olho nú, após dois minutos de terminada a agitação dos flocos.

Se não se conseguir, na primeira série de ensaios, flocos satisfatórios(isto é, perfeita clarificação da água em exame), repita o ensaio com novas porções da água a examinar. Esvazie os frascos e la ve-os bem com água a ser examinada. Siga o mesmo procedimento da série anterior de testes, porém utilizando novas dosagens de alúmen amoniacal, conforme indica do a seguir:

Se ainda com esta série não se obtiver floculação s atisfatória, faça duas novas séries de ensaio, adicionando as mesmas dosagens de alúmen e quantidades de carbonato de sódio equivalentes à metade das respectivas dosagens de alúmen.

NOTA: Pelo fato de que o título de solução de carbonato de sódio eqüivale a ½ do título de solução de alúmen, o volu me de solução de carbonato de sódio a adicionar, para obter metade da concentração correspondente de alúmen, será o mesmo, conforme indica o quadro.

Selecione o frasco correspondente ao ensaio que apresentou melhor floculação, escolha, entre esses, aquele que corresponde às menores dosagens, ou seja, aquele que deverá fornecer o menor consumo de produ tos químicos para o tratamento, portanto, maior economia de material. Determine o pH ótimo da água do frasco selecionado e anote o resultado obtido e as dosagens empregadas de alúmen e carbonato de sódio, como os valores ótimos para a loculaçãof.

Calcule as quantidades alúmen amoniacal e carbonato de sódio necessárias para o tratamento de 12.000 litros de água bruta, d e acordo com os resultados do ensaio de coagulação (conforme item 3), multiplicando a dosagem ótima, em g/1 por 12.000.

Quantidade de produto (g) = dosagem (g/1) x 12.000.

Exemplo: O ensaio de coagulação indicou uma dosagem de produtos químicos correspondentes a 0,12 g/1 de alúmen e 0,06 g/1 de carbonato de sódio. As quantidades para tratamento de 12.000 litros serão:

Alúmen: 0,12 x 12.000 = 1.440g

Carbonato de sódio: 0,06 x 12.0000 = 720 g

d) Medida das quantidades de produtos

A medida das quantidades de alúmen ou carbonato de sódio, quando não se dispõe de uma balança, poderá ser feita com o auxíl io do copo graduado de 1000 ml(posição 9), considerando-se o aumento do volume de líquido, indicado na escala do copo, quando se adiciona o produto medido.

Desde que se considere que o alúmen pesa 1,6 vezes mais e o carbonato 2,4 vezes mais que a água, as quantidades serão calcula das multiplicando o aumento do volume de líquido por 1,6 e 2,4 respectivamente.

Exemplo: 240 g de alúmen corresponderá a um aumento de nível de 150 ml (150 x 1,6 = 240). A tabela 1 fornece os valores correspondentes às quantidades de alúmen e os respectivos níveis de água, equivalente s às diversas dosagens.

(1) Proceda à medição do alúmen da seguinte forma:

(a) verifique a dosagem ótima do alúmen pela prova de coagulação.

(b) Encha o copo graduado com água (potável) até a marca de 400g (400ml).

(c) Verifique o nível que a água deve atingir para se obter a quantidade de alúmen equivalente a dosagem requerida, de acordo c om os dados da Tabela 1.

(d) Junte cristais de alúmen até atingir o nível desejado. Neste ponto, todo o alúmen deverá estar submerso.

(e) Para dosagens acima de 0,08 g/1, faça duas medições separadamente.

A medição do carbonato de sódio é feira da mesma maneira, utilizando os dados da Tabela 2.

Tabela 1 – Dosagens de Alúmen e dados para medição das quantidades necessárias para 12.000 litros de água.

Tabela 2 – Dosagens de Carbonato de Sódio e dados para medição das quantidades necessárias para 12.000 litros de água

e) prova de coagulação de emergência

(1) Generalidades

Se não se dispuser do estojo de campanha de control e de qualidade d'água, pode-se improvisar frascos de prova, usando uma série de vidros, garrafas de leite, potes ou vasilhas idênticas. Os recipientes não necessita m Ter a mesma forma ou capacidade, mas devem conter as mesmas quantidades de água. Aco nselha-se, pois, usar um deles para medir a água colocada nos demais.

(2) Preparação de soluções de prova

Conseguem-se soluções saturadas de alúmen e de carb onato de sódio, retirando soluções dos depósitos das unidades de tratamento, ou dissolvendo cristais de alúmen, em pequeno recipiente d'água, e uma porção de carbonato de sódio em outro recipiente, até que, após agitação vigorosa a dissolução se complete. Em qualquer caso, conserve alguns cristais na solução para garantir a saturação.

Como as soluções saturadas são demasiadamente conce ntradas, devem ser diluídas. A solução de alúmen necessária ao ensaio é a que, adicionada na proporção de 0,5 ml para 240 ml de água potável, baixa o pH em 0 ,2 a 0,3 unidades, por exemplo, de 6,8 a 6,6 ou 6,5. Geralmente, diluindo-se uma parte da solução saturada de alúmen em 10 partes d'água, obtém-se uma solução satisfatória. A solução de carbonato de sódio necessária é a que adicionada na mesma proporção el eva o valor do pH de 0,2 a 0,3 unidades, por exemplo, de 6,8 a 7,0 ou 7,1. Consegue-se uma solução adequada diluindo-se uma parte da solução saturada de carbonato de sódio em 20 partes d'água.

(3) Procedimento

Efetue a prova de coagulação de emergência da segui nte maneira:

(a) determine o pH da água (amostra).

(b) Ponha volumes iguais de água em 6 recipientes. Se o pH é de 6,8 ou superior e a água for praticamente incolor, junte q uantidades crescentes de solução diluída de alúmen a cada vidro d'água. Inicialmente junte 1 ml ao primeiro vidro, 2 ml ao segundo vidro, 3 ml ao terceiro, e assim por diante.

(c) Mexa rapidamente todos os vidros com um bastão limpo, mas não faça mais de dois movimentos circulares para misturar as soluções com a água. Continue agitando a água, o suficiente para conservá-la em m ovimento por um período não inferior a 5 minutos.

NOTA: Agitação violenta, fragmenta os flocos, e impede a formação de partículas visíveis.

(d) Enquanto se procede à agitação, observe todos os frascos e note em qual deles os flocos se formam primeiro. Marque o tempo de agitação que produz os primeiros flocos. Se os flocos se formam dentro de 2 minutos após a adição das soluções químicas, o resultado pode ser valioso. Observe as características dos flocos e da água entre as partículas após a suspensão da agitação. Uma água clara e brilhante entre partículas e flocos bem formados satisfaz ao ensaio. Contudo, para completamento de prova, a mesma deve ser continuada, até se conseguir flocos pobres pela adição de maiores quantidades de alúmen. Uma série de recipientes, com bons flocos, precedida e seguida de vidros com flocos pobres, indicam um teste completo.

(e) Determine o pH da água em cada frasco a que jun tar alúmen; o valor pH do vidro que apresentar os melhores flocos é o pH ótimo. Os valores pH de todos os vidros em que se formarem bons flocos, podem ser incluídos na faixa de pH.

(f) Operando com aparelhos móveis ou portáteis de purificação, o suprimento de substâncias químicas é regulado de mo do a que o pH do efluente corresponda ao valor ótimo determinado na prova. Quando se usar o tratamento em lotes, introduz-se o alúmen, por meio do cesto. A dosagem e o pH devem ser corrigidos quando o tanque estiver pela metade, e a dosagem ajustada de modo à que se apresentar correta quando o tanque estiver cheio.

(g) Se o valor do pH da água a ser tratada for infe rior a 6,8 ou se resultados da prova de frascos usando somente alúme n, mostraram que a água tem insuficiente alcalinidade, deve-se juntar carbonato de sódio. Enche-se as séries de recipientes com água. Junta-se a cada jarro, quanti dade de solução diluída de carbonato de sódio necessária par elevar o pH a 7,6. Além disso, junta-se um adicional de 4 ml de solução de carbonato de sódio a cada frasco e adiciona-se solução diluída de alúmen.

(h) Se não conseguir um pH ótimo, ou os flocos demorarem a se formar, repete-se a prova com maiores quantidades de alúmen e carbonato de sódio.

(i) Quando se usa carbonato de sódio no tratamento por lote, emprega-se quantidade de carbonato e alúmen relativo às enc ontradas na prova. Em geral, o pH ótimo pode ser estabelecido usando somente o alúmen. O carbonato só deve ser empregado quando absolutamente necessário.

f) Prova de salinidade

(1) Generalidades

As provas de salinidade que podem ser processadas com os recursos disponíveis no equipamento de exame de água – que c ompõem parte do estojo 2 – compreendem quatro ensaios de controle de qualidade e potabilidade a saber:

(a) Dureza (método do sabão) – indica a presença de sais a cálcio (Ca CO3). Estas substâncias conferem à água a caracterí stica de não produzirem espuma com sabões comuns, bem como causam incrustações nas caldeiras geradoras de vapor e nos radiadores dos automóveis. A presença desses sais, acima de certos limites, caracteriza as águas duras.

(b) Alcalinidade – é a indicação das quantidades presentes de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, expressos como alcalinidade ao metilorange (M) e alcalinidade à fenolftaleina (P), em termos de carbonato de cálcio.

(c) Cloretos – destina-se à dosagem de cloretos solúveis, usualmente expressos como cloreto (Cl).

(d) Sulfatos – destina-se à verificação de presença de sulfatos, entre limites quantitativos aceitáveis para fins de consu mo como água potável. As prescrições de qualidade, constantes das Normas Brasileiras, indicam um teor máximo de 250 ppm, expresso como sulfato (SO4). Não obstante, águas qu e contenham teores mais elevados que este limite podem ser e usualmente são consumid as sem efeitos fisiológicos nocivos (o sulfato de sódio ou sulfato de magnésio são laxantes enérgicos).

(2) Interpretação

Em conjunto, esse ensaios fornecem uma estimativa da quantidade total de sólidos dissolvidos (a qual pode ser determinada diretamente por outros ensaios, para os quais o presente equipamento não dispõe de recur sos práticos) calculada, aproximadamente, da seguinte maneira:

Sólidos dissolvidos = (alcalinidade (Ca CO3)) + (Sulfatos (SO4) x 1,4) + ((Cloreto (Cl) x 1,6)

Exemplo:

Alcalinidade (CaCO3) = 200 ppm

Sulfatos (SO4) = 100 ppm

Cloretos (Cl) = 300 ppm

Total de sólidos em dissolução

= 200 + (100 x 1,4) + (300 x 1,6) = 200 + 140+ 480 = 820 ppm de sólidos em dissolução

O método baseia-se na suposição de que todos os sulfatos e cloretos estejam presentes na forma dos respectivos sais de sódio. O resultado, portanto, não é exato.

Os valores abaixo representam os limites permissíveis estabelecidos pelos padrões de potabilidade adotados no Brasil, d e acordo com a Norma Brasileira P-PB-19, da ABNT.

Dureza, em Ca CO3	.....200mg/1
Sulfatos, em SO4.....	250 mg/1
Cloretos, em Cl	250 mg/1
Sólidos totais.....	1.000 mg/1

(3) Materiais e reagentes

Estão previstos para cada prova dois frascos de rea gentes, um grande (250 ml) e um pequeno (125 ml). As quantidades gastas durante a prova são substituídas, transferindo-se solução do vidro grande para o pequeno. Os frascos (erlenmeyer) de prova (posição 17) em que a amostra de água é exami nada, encontra-se na gaveta 1 (estojo 2). Estes frascos têm duas marcas, uma assi nalando a capacidade de 50 ml e o outro a de 100 ml. As soluções de prova são medidas com uma pipeta. Estas pipetas fornecem um total de 1ml marcado no limite superior, e são calibradas em décimos de milímetros. Cada pipeta deve ser usada somente para a prova que está assinalada na caixa de pipeta e é colocada diretamente no lugar, logo que a prova termine. A titulação da dureza é realizada em frascos de 125 ml (posição 19/20) com a inscrição frascos de dureza; o estojo 2 dispõe de dois desses frascos.

Os ensaios de salinidade utilizam os seguintes reagentes:

(a) Dureza

Solução padrão de sabão, 1ml = 2,5 mg CaCO3

Água de dureza = zero

Zeolito (abrandador)

(b) Alcalinidade

Solução de ácido sulfúrico, 1.10 N

Solução de fenolftaleina (indicador), 1,10 N

Solução de metilorange (indicador), 0,5 %

(c) Cloreto

Solução de nitrato de prata, 1 ml = 5 mg Cl

Solução de cloreto de potássio (indicador), 5 %

(d) Sulfato

Solução de cloreto de bário, 1 ml = 10 mg SO4

(4) Prova de dureza pelo sabão – Procedimento

Encha o frasco marcado “Frasco de Dureza” até a marca de 50 ml com água a examinar.

Junte a solução de sabão (posição 21b), anotando a quantidade total gasta, conforme abaixo:

(a) Usando a pipeta adequada, junte ½ ml da solução de sabão. Sacuda o vidro fortemente. Se não se formar espuma, contin ue juntando solução de sabão em frações de ½ ml, sacudindo o vidro, e deitando-se d e lado, após cada adição. Logo que se conseguir espuma, deixe o vidro deitado em repouso até que a superfície da espuma comece a romper-se para que a água mostre, com faci lidade, abertura na camada de espuma; se a espuma não se romper, deixe o vidro em repouso, sem tocá-lo, por 5 minutos. A não ser que a água seja muito branda, qu ase todas as bolhas desaparecem após a primeira adição de sabão. Juntando-se mais solução de sabão, a ruptura da camada de espuma torna-se mais difícil e passa-se mais tempo antes que ocorra o rompimento da espuma.

(b) Se a camada de espuma permanecer íntegra após 5 minutos, é considerada como espuma permanente, e a prova termina. O número total de ml empregado para obter esta espuma indica a dureza em ppm, do seguinte modo: dureza, ppm $CaCO_3$ = 50 x (ml sol. Sabão).

(c) Se estiver sendo necessário mais de 6 ml de sol ução de sabão para se conseguir a espuma permanente, repete-se a prova com uma nova amostra de água, misturada com água de dureza zero, em partes iguais . Para isso, mede-se 25 ml de água a examinar no cilindro graduado (posição 29) e coloca-se no frasco de exame de dureza. Em seguida, mede-se 25 ml de água dureza = zero (po sição 18e), cuidadosamente, para evitar perda de material sólido. Junta-se esta porção à água que já se acha no vidro de exame. Proceda-se como na prova acima, e calcula-se a dureza em ppm do seguinte modo: dureza, ppm $CaCO_3$ = 100 x (ml sol. sabão). Fa ça as provas empregando água de dureza na quantidade que for necessária. Antes de g uardar o vidro, complete-o com água potável clara, para uso posterior. Se a água de dur eza zero não chegar para completar as provas, encha o vidro com água potável limpa, e sac uda-o brandamente durante 10 minutos, antes de empregá-la. Os sólidos existentes no vidro são suficientes para abrandar cerca de 5 porções de 100 ml antes de se esgotarem. Para conferir a dureza zero da água, ponha 25 ml no vidro de exame e junte 0,5 ml de solução de sabão. Se não se conseguir espuma durante 5 minutos, o abrandador será considerado como esgotado. Estes sólidos podem abrandar águas muito duras; entretanto, sua eficiência pode ser prolongada por água reconhecida como relativamente branda. Não se deve desperdiçar qualquer quantidade de água de dureza zero.

(d) Quando existir na água uma certa quantidade de magnésio, muitas vezes obtém-se um resultado falso, antes que toda a dureza da água tenha reagido com o sabão. Para se Ter a prova de que o resultado obtid o não é falso, depois de se conseguir a primeira espuma permanente, junte-se mais 0,5 ml de solução de sabão. Se após esta adição a espuma resultante romper-se antes de se passarem 5 minutos, o primeiro resultado era falso, devido à presença de magnésio. Continua-se a adição de solução de sabão, até se obter novamente uma espuma permanente . Despreza-se o primeiro resultado, considerando-se o total de solução de sabão gasto no ensaio completo para cálculo do resultado.

(e) Para produzir espuma em água sem dureza (água d estilada) necessita-se de uma quantidade de sabão, muito pequena. Esta qua ntidade

chamada fator de espuma varia com a qualidade do sabão. Ordinariamente este fator vem assinalado no rótulo do vidro de sabão reagente. Dada a concentração da sol ução de sabão usado nesta prova, este fator não deve exceder a poucos décimos de ml. Para obter um resultado exato, deve-se subtrair o valor (ml) correspondente ao fator de espuma, de quantidade total de solução de sabão gasto no ensaio, antes de se proce der ao cálculo da dureza.

(5) Prova de alcalinidade – Procedimento

A alcalinidade da água pode ser determinada como al calinidade ao metilorange (M) ou alcalinidade à fenolftaleina (p). Poucas águas superficiais ou de subsolo mostram alcalinidade à fenolftaleina. Com exceção das ácidas, quase todas as águas apresentam alcalinidade ao metilorange.

(a) Alcalinidade ao Metilorange

Utilize o erlenmeyer de 250 ml (posição 17) e encha com água a examinar, até a marca de 50 ml.

Junte 2 gotas da solução indicadora de metilorange (posição 30b). Ponha o copo sobre um fundo branco, para que se possa notar facilmente qualquer variação da coloração.

Adicione solução de ácido sulfúrico (posição 21 a) com a pipeta correspondente, até que a cor da solução comece a virar do amarelo para o vermelho-alaranjado: anote o volume total utilizado (ml).

Calcula-se a alcalinidade M do seguinte modo: Alcalinidade M ppm $CaCO_3$ = 100 x (total de ml de ácido sulfúrico empregado).

Exemplo: Volume de água 50 ml; ácido sulfúrico empr egado 2,5 ml alcalinidade M, ppm $CaCo_3$ = 100 x 2,5 = 250.

(b) Alcalinidade à Fenolftaleina

Encha o erlenmeyer graduado com água a examinar até a marca de 50 ml. Junte 2 gotas de solução indicadora de fenolftaleina (posição 30 a). Ponha sobre uma superfície branca, como na prova anterior. Senão ho uver coloração, considere a alcalinidade ao fenolftaleina como de valor zero.

Se aparecer uma cor avermelhada, junte solução de á cido sulfúrico, gota-a-gota, até o desaparecimento da coloração. Anote o número de ml de ácido usado.

A alcalinidade à fenolftaleina em ppm $CaCO_3$, será c alculada do seguinte modo: alcalinidade P, em ppm $CaCO_3$ = 100 x (número de ml de ácido sulfúrico empregado).

(c) Ensaios de alcalinidade

Os ensaios de alcalinidade – P e M – podem ser realizados em uma mesma amostra. Inicia-se pela determinação à fenolftaleina, conforme descrito acima (item (b)), adicionando-se metilorange após a obtenção da virada de vermelho para incolor, e prosseguindo-se a adição de solução de ácido sulfúr ico até a virada final, como em 5 (a).

- considere a alcalinidade à fenolftaleina (P) equivalente ao ml de solução de ácido sulfúrico gastos para obter a virada vermelho /incolor (leitura P); calcule o resultado da mesma forma em 5 (b).

- considere a alcalinidade ao metilorange (M) equivalente ao total de ml de solução de ácido sulfúrico gastos desde o início do ensaio (com fenolftaleina) até a obtenção de virada amarelo/vermelho-alaranjado; calcule o resultado da mesma forma que em 5 (a).

(6) Prova de cloretos – Procedimento

Encha um erlenmeyer graduado com a água em exame at é a marca de 50 ml.

Junte 3 gotas de solução indicadora de cromato de potássio(posição 30c).

Junte solução de nitrato de prata (posição 21c) com a pipeta correspondente (posição 31c), até que a cor mude de amarelo para fracamente vermelho. À medida em que for adicionando a solução de nitrato agite levemente o frasco. Anote o número total de ml de solução de nitrato de prata empregado.

Calcule a quantidade de cloretos, como radical Cl, do seguinte modo: cloreto, ppm = 100 x (total de ml de nitrato de prata empregado).

Exemplo: Volume de água 50 ml, volume de solução de prata 2,3. Cloretos, ppm Cl = 100 x 2,3 = 230.

Antes de realizar o ensaio de determinação de cloretos verifique se a água em exame apresenta alcalinidade à fenolftaleina (cor vermelha quando se adiciona gotas do indicador). Em caso negativo (a amostra permanece incolor após a adição do indicador), prossiga o ensaio conforme o procedimento dos itens anteriores. Em caso positivo, adicione solução de ácido sulfúrico, gota-a-gota, a té obter virada de vermelho para incolor (neutralização de alcalinidade P) e prossiga o ensaio de cloretos conforme descrito.

(7) Prova de Sulfatos – Procedimento

O teor de sulfatos é determinado por tentativas, pois a prova só fornece resultados aproximados. Por este motivo, pode ser necessário repetir o ensaio várias vezes.

- A prova inicia-se com a dosagem para 100 ppm, como se segue:

Encha um erlenmeyer (posição 17) graduado até a marca de 100 ml, com água em exame.

Junte 1 cc de solução de cloreto de bário (posição 21 d), com a pepita correspondente (posição 31 d). Agite intermitentemente, com um bastão de vidro por 10 minutos.

Rasgue um bocado de papel de filtro em pedacinhos. Ponha-os no copo.

Agite por 5 minutos, ou até que o papel fique inchado e gelatinoso.

Ponha um funil com papel de filtro no suporte da caixa 2. Para colocar o papel do filtro, dobre-o primeiramente em quartos, formando um cone. Ponha o papel no funil, forrando completamente o cone do funil.

Filtre cerca de um quarto e líquido em 1 becker 100 ml (posição 22). Lave o becker com este filtrado e derrame-o. Continue a filtração até encher o becker pela metade (50 ml).

Junte 1 ml da solução do cloreto de bário ao filtro com a pipeta correspondente, agite por 5 segundos e observe imediatamente se forma ou não um precipitado branco.

Se não houver precipitado, considere a quantidade d e sulfatos como inferior a 100 ppm.

Se obtiver um precipitado imediatamente, ou uma solução leitosa, os sulfatos estão em quantidade superior a 100 ppm e d eve-se ensaiar uma amostra para 200 ppm. Este ensaio executa-se como anteriormente, mas na 2^{o} operação junta-se 2 ml da solução de cloreto de bário. Se tiver de fazer o utros ensaios, junta-se 1 ml de solução de cloreto de bário para cada adicional de 100 ppm. Portanto, para constatar 300 ppm de sulfato, emprega-se 3 ml de reagente. Nota-se que o volume de reagente (ml) que se junta depois da filtração é igual para qualquer caso.

Resultando uma solução límpida, o teor de sulfato é inferior à dosagem em ppm que se ensaia no momento, e se situa entre o valor de experiência e o da experiência anterior. Se resulta um precipitado ou uma solução leitosa, a quantidade de sulfato é superior ao valor experimentado de sulfatos, e procede-se a nova experiência, para valor superior.

(8) determinação da turbidez

(a) Generalidades

A turbidez indica a quantidade de matéria em suspensão existente na água, ou o grau de sua remoção após o tratamento (p or coagulação e decantação). É definida pela turbidez na escala Jakson (turbidímetro de vela Jakson), expressa pelo teor, em ppm de sílica, referidas a uma série de padrões de turbidez.

Dois tipos de ensaio podem ser aplicados na determinação de turbidez

de água:

- Por comparação visual da amostra da água em exame com soluções padrões de turbidez.

- Utilizando um artifício que permita medir diretamente a visibilidade através da própria amostra, como, por exemplo, peloemprego do copo graduado e com uma mancha preta pintada no fundo, conforme se verá adiante (método rápido) que fornece resultados apenas aproximados.

(b) Material e reagente

- Estojo contendo 6 frascos (125 ml) de determinação de turbidez.
- Frascos de 250 ml.
- Solução de alúmen amoniacal.
- Pipeta graduada, 1 ml.
- Funil de filtração e papel de filtro.
- Solução estoque de padrão de turbidez, 200 ppm.
- Proveta graduada, 25 ml.

(c) Procedimento – Método por Comparação

(1a) Preparo do Padrão de Turbidez = Zero

Para preparar água isenta de turbidez (turbidez = z ero), proceda do seguinte modo:

- Encha quatro frascos de 250 ml, boca larga (posição 4 e 6) com água potável limpa.

- Coloque em cada frasco pedaços de papel de filtro. Sacuda os frascos intermitentemente por cerca de 10 minutos, ou até que o papel se desmanche e torne-se gelatinoso.

- Adicione a cada frasco 1 ml da solução de alúmen, com a pipeta de 1 ml própria para esta solução e agite por 5 minutos.

- Filtre o líquido contido nesses frascos para cinco dos seis frascos de 120 ml que constituem o estojo de turbidez (posição 11). Descarregue a primeira porção filtrada equivalente a ¼ do volume de cada frasco, lavando b em os frascos com o filtrado.

- Continue a filtração até completar nível pouco abaixo da marca de aferição (100 ml) em cada frasco. Feche imediatamente para evitar contaminação com poeira. Em um deles marque a indicação “0” com um lápis dermog ráfico.

(1b) Preparo dos Padrões de Turbidez

Aos demais frascos, contendo água preparada como ac ima, adicione, em seqüência, as seguintes porções de solução estoque padrão de 2000 ppm (posição 10) e anote com um lápis dermográfico os respectivos índi ces de turbidez. Agite suficientemente o frasco com a solução estoque 200 ppm antes de tomar as alíquotas.

Feche bem os frascos e mantenha-os no estojo, para comparação visual com a amostra.

NOTA 1 – Os padrões de turvação tem duração relativ amente curta e devem ser renovados semanalmente ou preparados imediatamente antes do ensaio (ver NOTA 2). Recomenda-se desprezar a solução estoque quando o nível do frasco for menor que 3 a 5 cm.

(1c) Comparação com a amostra (Determinação da Turbidez)

- Encha o frasco de 120 ml disponível com a água em exame. Compare visualmente a amostra com cada um dos padrões, tend o o cuidado de agitar convenientemente cada padrão antes de proceder à co mparação.

- Anote a turbidez da água como igual a do padrão q ue coincidir com a turbidez da amostra ou no intervalo entre dois padrões consecutivos.

Exemplo: Maior que 10 ppm, menor que 15 ppm.

NOTA 2 – Quando a aparência de amostra indicar que a turbidez é muito pequena (em torno de 5 ppm) prepare apenas o padrão de 5 ppm para proceder à comparação.

Quando a amostra se mostrar mais turva que o padrão 25 ppm, proceda a novo ensaio, utilizando amostra diluída com água do frasco “0”. Escolha a diluição de acordo com a aparência da amostra.

- Repita a comparação visual com a amostra diluída e anote o resultado.
- Calcule a turbidez, multiplicando os resultados encontrados pelo fator de diluição, conforme tabela abaixo:

Para medir a quantidade de amostra para diluição, utilize a proveta de 25 ml (posição 29). Meça o volume adequado e transfira para o frasco de amostra do estojo de turbidez. Complete o volume com a água do frasco “0” até a marca de aferição (100 ml).

(d) Procedimento = Método Rápido

Para examinar baixas turvações, como os dos efluentes de um aparelho de purificação, ponha a água no copo até a altura de 8 50 ml e observa a mancha preta. Se a mancha preta aparecer nitidamente tão preta como an teriormente, isto é sinal de estar se produzindo uma turvação inferior a 5 ppm. Uma turvação superior a 5 ppm produzirá um matiz leitoso ou acinzentado.

(1a) Como não é fornecido turbidímetro, para ser usado com águas superficiais, o copo medidor pode ser emprega do para constatar a turbidez de uma água de superfície superior a 100 ppm, entre 100 e 50 ppm e inferior a 50 ppm. Proceda do seguinte modo:

- Encha o copo até a marca de 500 ml.
- Não enxergando mais a mancha preta, a turvação é igual ou superior a 100 ppm.
- Se o contorno da mancha ainda for visível, a turvação é inferior a 100 ppm.
- Neste último caso, adicione mais água em exame, a té o nível de 850 ml. Se a mancha deixar de ser visível, a turvação será superior a 50 ppm e inferior a 100 ppm.
- Se a mancha permanecer visível, a turvação será i nferior a 50 ppm.

g) Pesquisas de tóxicos

(1) Generalidades

Empregam-se estas provas para descobrir fontes de á guas contaminadas com agentes químicos de guerra que não podem ser tratadas nem tornadas potáveis pelos métodos comuns de tratament o de campanha. Estas provas são executadas com o estojo de campanha de exame d’água e detecção de agentes químicos de guerra. Quando se usar o estojo, devem ser tomadas as seguintes precauções:

- As amostras d’água para estas provas devem se rec olhidas diretamente na fonte.
- Não se deve efetuar provas com águas já depuradas , porque as reações químicas que se realizam durante o tratamento podem falsear os resultados.
- Quando as fontes d’água estão contaminadas, deve- se procurar encontrar uma fonte cujo exame dê um resultado sati sfatório, ou conseguir permissão do oficial qualificado para tratar a fonte contaminada.
- Quando desejar determinar o pH, não use papel de nitrazina, se dispuser do comparador de pH.
- Um pH inferior a 6,0 dá origem a suspeitas, porqu e quase todas as águas naturais têm um pH superior a 6,0. Contudo ág uas de pântanos,

fortemente coloridas, podem Ter um pH inferior a 6,0. Neste caso, um abaixamento considerável do grau normal deve ser considerado suspeito.

- Uma necessidade de cloro superior a 5 ppm dá orig em a suspeitas. Entretanto, matérias vegetais em decomposição podem originar grandes necessidades de cloro.

Direções Gerais

Antes de empregar o estojo, leia as instruções cuidadosamente. Recolha a água no caneco do cantil ou uma vasilha semelhant e, agitando a fonte de água o mínimo possível. Comece com a prova do arsênico, e enquanto ela se realiza, proceda às demais.

(2) Materiais e reagentes

O estojo de provas de pesquisa de tóxico consta de:

(a) Frasco e tubo para papel indicador para prova de arsênico.

(b) Frasco de reagente:

I – Bissulfato de potássio

II – Zinco metálico

III – Reagente A

(3) Ensaio de arsênico

O processo para realizar as provas para lewisita e outros agentes que contêm arsênico é o seguinte:

- Encha o frasco de reação (posição 27 a) com a águ a a examinar, até aproximadamente 1/3 do seu volume.

- Ponha dois grânulos de bissulfato de potássio (fr asco 32 a) dentro do frasco de reação e sacuda até a dissolução.

- Do tubo de papel indicador de arsênico (posição 2 6) retire uma tira para exame, pela extremidade; umedeça a tira e coloque-a cuidadosamente no tubo (posição 27b). Dobre a tira no extremidade de modo que ela fique no tubo com a dobra pendurada no rebordo do tubo. No manuseio da tira, toque somente a extremidade. (Ver nota)

- Quando os grânulos de bissulfatos de potássio se dissolverem, junte cinco grânulos de zinco (frascos, posição 32b) ao conteúd o do frasco de reação.

- Imediatamente monte o aparelho de arsênico, para que os gases ao se desprenderem e subirem passem pelo papel de exame.

- Se o vidro estiver frio aqueça na mão fechada, ou ligeiramente em uma chama de fósforo ou isqueiro. Deixe em repouso por 2 minutos.

- Remova a tira do exame e observe a extensão da ma ncha amarela ou parda resultante. Uma mancha de cerca de 5 mm indica um resultado positivo; uma mancha inferior a 5 mm, resultado negativo.

NOTA: Para o ensaio do arsênico utilize preferentem ente o tubo de vidro de papel indicador de menor diâmetro (com a troca da r olha de borracha). O conjunto completo (aparelho Gutzeit) destina-se a casos em que a água em análise contém compostos de enxofre capazes de mascarar o ensaio (não previsto no presente manual).

(4) Turvação e Coloração

Encha o tubo de exame com a água a examinar e verif ique a ausência ou presença de turvação e coloração. Contudo, a presença unicamente de coloração e turvação não é prova concludente da presença de agentes químicos. Continue o exame de tóxicos.

(5) Prova do pH

Mergulhe uma tira de papel indicador (posição 25) na água e compare a cor resultante com a tabela de cores.

Um pH bem inferior a 6,0 indica uma contaminação possível. Se dispuser do comparador colorimétrico, use-o para determinar o pH.

(6) Prova de Mostarda (inclusive mostarda nitrogenada e cloreto de cianogênio)

Este exame verifica a presença ou ausência de mostarda nitrogenada e cloreto de cianogênio.

- Lave um becker (posição 22) com água a examinar e ncha-o com 25 a 30 ml d'água suspeita.
- Junte pequena porção do reagente (posição 32c).
- Agite por dois a três minutos, deixe-o repousar c inco minutos.
- Em tempo frio, aqueça o becker nas mãos por cinco minutos .
- Aparecendo uma cor amarela, após adição do reagente A, é um resultado positivo para cloreto de cianogênio.
- Junte pequena porção do reagente B (posição 32d) na água suspeita. Agite até dissolver. Enquanto se agita, observe o aparecimento de qualquer coloração.
- Observe o becker meio minuto contra o fundo branco.
- Uma cor azul ou vermelha, mesmo leve (principalmente em forma de coágulo) indica um resultado positivo para mostarda ou mostarda nitrogenada.
- Uma cor amarela indica cloreto de cianogênio. Uma cor branca ou cinza claro indica um resultado negativo.

Esta prova detecta a mostarda nitrogenada em concentrações de 5 ppm ou maiores. Concentrações inferiores a 5 ppm afetam certas pessoas, e não se deve confiar somente neste exame. Um aparelhamento mais completo, o estojo do Departamento Médico de exame d'água, pesquisas tóxicas e controle de tratamento, permite uma análise qualitativa d água e detecta a mostarda nit rogenada em concentrações inferiores a 5 ppm.

(7) Prova de Demanda de Cloro

O cloro não neutraliza as substâncias químicas tóxi cas que se encontram na água. Entretanto, ele pode revelar a p resença de certos agentes químicos de guerra que reagem rapidamente com o cloro e aumentam imediatamente as necessidades de cloro da água. Quando uma dosagem d e cloro de 6,0 ppm não deixa um resíduo de 1,0 ppm, após um contato de 2 minutos, algum agente químico de guerra pode estar presente. A prova se efetua do seguinte modo:

- Encha um cantil com água até 2 a 3 centímetros da boca.
- Junte a quantidade adequada (9 a 10 mg) de agente de cloração. Ponha a tampa do cantil e agite até a dissolução. Isto ocorre entre 2 a 5 minutos.
- Cinco minutos após a dissolução, verifique o teor de cloro residual, utilizando o comparador do estojo 1.
- O resultado do ensaio será considerado positivo q uando se encontrar um teor de cloro residual inferior a 1,0 ppm, significando que a necessidade de cloro é maior que 5 ppm.

(8) Cheiro e Sabor

Se as provas para coloração e turvação, arsênico, m ostarda e necessidades de cloro forem todas negativas, cuidadosamente, cheire e prove a água suspeita.

- Um resultado positivo é indicado por um cheiro que produz ardência nos olhos e no nariz; um sabor sensivelmen te picante ou apimentado, ou pelo cheiro ou sabor de um gás conhecido.
- A ausência de cheiro e sabor indica um resultado negativo, mas não significa necessariamente que a água seja p erigosa. Um resultado negativo também é indicado se, só identificam-se o cheiro eo sabor normalmente encontrados na água natural.

(9) Interpretação dos resultados

Considere-se a água contaminada e perigosa se uma o u mais

das provas derem os seguintes resultados:

Prova de arsênico..... .....positiva
Prova de pH..... pH inferior a 6,0
Prova de mmostarda..... positiva
Prova das necessidades de cloro..... positiva
Cheiro e sabor..... positiva

A água é considerada apropriada para tratamento pel os métodos usuais se todas as provas derem os resultados seguintes:

Prova do arsênico..... .....negativa
Prova do pH..... pH acima de 6,0
Prova de iperites..... negativa
Prova das necessidades de cloro..... negativa
Cheiro e sabor..... negativa

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- Manual Técnico. Equipamento de Análise de Água MU-3. 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 1977.
- Manual Técnico. Abastecimento e Purificação de Água para Uso Militares. 1ª Ed. Brasília, EGGCF, 1973. (T5– 295).
- Bol Tec Esp Nr 01. Análise de Água. Brasília: Diretor ia de Material de Engenharia, 1982.
- Bol Tec Esp Nr 06. Equipamento de Purificação de águ a modelo 7 VT. Brasília: Diretoria de Material de Engenharia, 1983.
- Brasil. Política de Gestão Ambiental do EB. Brasília. Portaria n° 570/Cmt Ex, de 6 NOV 01.
- Brasil. Diretriz Estratégica de Gestão Ambiental no EB. Brasília. Portaria n° 571/Cmt Ex, de 6 NOV 01.

REFERÊNCIAS

_____. MANUAL TÉCNICO. **Equipamento de Análise de Água MU-3.** 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 1977.

_____. MANUAL TÉCNICO. **Abastecimento e purificação de Água para Uso militares.** 1ª Ed. Brasília, EGGCF, 1973. (T5 – 295).

_____. BOL TEC ESP NR 01. **Análise de Água.** Brasília: Diretoria de Material de Engenharia, 1982.

_____. BOL TEC ESP NR 06. **Equipamento de Purificação de água modelo 7 VT.** Brasília: Diretoria de Material de Engenharia, 1983.

_____. BRASIL. **Política de Gestão Ambiental do EB.** Brasília. Portaria n° 570/Cmt Ex, de 6 NOV 01.

_____. BRASIL. **Diretriz Estratégica de Gestão Ambiental no EB.** Brasília. Portaria n° 571/Cmt Ex, de 6 NOV 01.

CAPÍTULO IV – ASPECTOS GERAIS DA ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO
ASSUNTO 4.1
PLANEJAMENTO

Segundo o dicionário, o planejamento é o ato de pro jetar um trabalho, serviço ou mais complexo empreendimento; determinação dos objetivos ou metas de um empreendimento, como também da coordenação de meios e recursos para atingi-los; planificação de serviços. Podemos afirmar, ainda, que o planejamento também é o estudo pormenorizado para a aplicação correta de todas as peças que compõem uma obra.

Merecem as devidas atenções no planejamento a utilização correta e adequada do pessoal e dos equipamentos; o bem estar (tanto o lazer quanto a segurança) de todos que trabalham diretamente ou indiretamente na obra; aquisição, emprego, armazenamento e controle correta de todos os insumos, etc.

O planejamento de uma obra é, com certeza, um dos momentos mais importantes de um obra. Sem o devido planejamento toda uma obra ficará fadada ao insucesso, causando gasto excessivo, subemprego de pessoal e material e até morte daqueles que trabalham na obra ou até mesmo daqueles que circundam o local da obra.

"TODOS OS COMANDANTE E CHEFES TÊM O DEVER FUNCIONAL DE REALIZAR UM PLANEJAMENTO ADEQUADO QUE VISE CUMPRIR COM EFICIÊNCIA E SEGURANÇA A MISSÃO!"

1. **PROJETOS DE ENGENHARIA**

a. **Projeto Executivo** - Composto de desenhos desenvolvidos para orientar a construção da obra, é o produto final dos trabalhos de coordenação. Este projeto, além de ser indispensável à execução, vem a ser o guia de t oda a obra, pois nele estão reunidos o projeto arquitetônico, projetos complementares e as indicações do detalhamento completo. **Ver ANEXO A**

b. **Projeto Básico** - Projeto básico é o conjunto de elementos necessá rios e suficientes, com nível de precisão adequado, para c aracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços. Deve ser elaborado com base nas indicações de estudos técnicos preliminares. Tem como objetivo assegurar a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento. Possibilita a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução. **Ver ANEXO B**

2. **PLANO DE TRABALHO**

É o documento pelo qual os órgãos interessados traçam as informações necessárias para a execução da obra. Informações, como por exem plo: cronograma, metas, fase de execução, valores, desembolso, orçamentos.

3. CONCEITOS

Para iniciarmos nossos estudos sobre Engenharia de Construção, faz-se necessário a compreensão de diversos conceitos e fundamentos específicos. Assim sendo, iniciaremos nossos estudos realizando alguns conceitos visando padronizar os conhecimentos iniciais.

- **CONCEITOS GERAIS**

Estrada - É um caminho utilizado por veículos, homens e animais. Designa-se, genericamente, de estrada a via usada pelo veículo terrestre, diferenciando-se a

estrada de rodagem, ou rodovia, para os automóveis, e a estrada de ferro, ou ferrovia, para o veículo ferroviário.

Perfil Longitudinal - É a projeção num plano vertical dos pontos obtidos quando interceptamos verticalmente a estrada ao longo do seu eixo.

Greide - É o eixo central de uma estrada caracterizado pelas cotas dos pontos médios de suas seções transversais.

Largura da Rodovia - A largura de uma rodovia, incluindo as larguras das pontes, túneis e outras restrições, é a menor largura da pi sta, expressa em metros.

Pista - É toda a superfície da estrada destinada à movimentação normal dos veículos.

Faixa de Tráfego ou de Rolamento - É a porção longitudinal (faixa) da pista destinada à movimentação de um único veículo. A lar gura média de uma faixa de tráfego necessária ao movimento de uma coluna é de 3,5 metr os para viaturas sobre rodas e 4 (quatro) metros para viaturas sobre lagartas.

Rodovia de Fluxo Simples - Uma rodovia de fluxo simples é a que permite o deslocamento de uma coluna de viaturas em um sentido e, ainda, permite a ultrapassagem de viaturas isoladas no mesmo sentido ou em sentido contrário, em determinados trechos. É desejável que a largura da estrada (rodovia) de fluxo simples seja igual a 1,5 vezes a largura de uma faixa de tráfego.

Rodovia de Fluxo Duplo - A rodovia é de fluxo duplo quando permite o deslocamento de duas colunas de viaturas em um sentido ou em sentidos opostos. É essencial que a largura da estrada (rodovia) seja igual a duas faixas de tráfego, no mínimo.

Estrada penetrante - É aquela cuja orientação geral é perpendicular à inhal de frente.

Estrada transversal - É aquela que, de um modo geral, é paralela à linhade frente.

l. Estrada Principal de Suprimento (EPS) - É uma estrada designada como via principal de tráfego para um determinado escalão, v isando por ali atender ao grosso do apoio em suprimento a seus elementos subordinados. A EPS, normalmente, é uma estrada penetrante.

m. Classe de Rodovia - A classe de uma rodovia é, normalmente, a menor classe das pontes existentes nessa rodovia. Quando não existir em pontes, a classe é dada pelo pior trecho da rodovia.

n. Restrições - São consideradas como restrições, quaisquer fatore s que restrinjam o tipo, a capacidade de tráfego ou a velocidade de de slocamento em uma estrada.

Constituem restrições:

- rampas com inclinação igual ou superior a 7%;
- curvas com raios menores do que 30 m;
- existência de balsas;
- vaus;
- redução na largura das pistas;
- gabaritos menores que 4,3 m em pontes, túneis, r ios e passagens sob estruturas diversas; e
- classe das pontes.

- **Campo de Pouso -** Expressão geralmente usada para designar um local qualquer para pouso e decolagem de aviões, com mínimo de ins talações de serviço.
- **Heliporto -** Expressão geralmente usada para designar um local com um mínimo de instalações de serviços destinados ao pouso e decolagem de helicópteros.
- **Projetos –** Dá-se o nome projeto ao conjunto de documentos nec essários para caracterizar uma obra. Este conjunto de documentos subdivide-se em Elementos Gráficos do Projeto e Elemento Escrito do Projeto.

- **Departamento Nacional de Infra-Estrutura do Transporte (DNIT) -** É o órgão executor da política de transportes determinada pelo Governo Federal. Autarquia vinculada ao Ministério dos Transportes, foi implantada em fevereiro de 2002, substituindo o DNER- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, para desempenhar as funções relativas à construção, manutenção e operação de infra-estrutura dos segmentos do Sistema Federal de Viação sob administração direta da União nos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário.
- **Convênio** - Pelo Direito Administrativo é o acordo de cooperação e atuação conjunta/ complementar entre órgãos públicos. É o meio jurídico pelo qual os órgãos da administração pública e entidades do Terceiro Setor pactuam, em regime de cooperação mútua, a execução de serviços de interesse recíproco.
- **Plano de Trabalho** – É o documento pelo qual os órgãos interessados traçam as informações necessárias para a execução da obra, in formações, como por exemplo: cronograma, metas, fase de execução, valores, desembolso, orçamentos.
- **Orçamento por Objeto de Gasto (OOG)** - É o documento pormenorizado de todos os gastos exigidos na obra. Ele abrange os gastos com pessoal, insumos, equipamentos, manutenções, despesas indiretas, etc.
- **Estágios da Despesa**- Os estágios da despesa são: o empenho, a liquida ção e o pagamento. Empenho: é o ato emanado de autoridade competente que cria para o estado obrigação de pagamento, pendente ou não de implemen to de condição; Liquidação: é a verificação do implemento de condição, ou seja, verificação objetiva do cumprimento contratual (entrega do material ou serviço); Pagamento: é a emissão do cheque ou ordem bancária em favor do credor.

(24) **Empenho da Despesa** - Ato emanado de autoridade competente, que cria para o estado obrigação de pagamento pendente ou não de im plemento de condição; a garantia de que existe o crédito necessário para a liquidaçã o de um compromisso assumido; é o primeiro estágio da despesa pública.

(26) **Nota de Empenho (NE)** - Registro de eventos vinculados ao comprometimento da despesa, na base do empenho.

(27) **Numerário** – Dinheiro, moeda pela qual o governo realiza o pagamento das despesas realizadas.

ab. Exercício Financeiro (ou Ano Financeiro) - Período correspondente à execução orçamentária. No Brasil coincide com o ano civil (1º janeiro a 31 de dezembro).

ac. Sistema Integrado de Administração Financeira d o Governo Federal (SIAFI) - Modalidade de acompanhamento das atividades relacionadas com a administração financeira dos recursos da União, que centraliza ou uniformiza o processamento da execução orçamentária, recorrendo a técnicas de elaboração eletrônica de dados, com o envolvimento das unidades executoras e setoriais, sob a supervisão do Tesouro Nacional e resultando na integração dos procedimentos concernentes, essencialmente, à programação financeira, à contabilidade e à administração orçamentária.

ad. Suprimento de Fundos - Instrumento de execução ao qual pode recorrer o ordenador de despesas para, através de servidor subordinado, realizar despesas que, a critério da administração e consideradas as limitações previstas em lei (R$ 200,00 por nota fiscal), não possam ou não devam ser realizada s por via bancária.

ae. Licitação - Processo pelo qual o poder público adquire bens e/ou serviços destinados à sua manutenção e expansão. São modalid ades de licitação: convite, tomada de preços, concorrência pública, leilão, pregão, re gistro de preço e concurso público. (Lei 8.666 de 21 de junho de 1993).

af. Ordenador de Despesa (OD) - Qualquer autoridade de cujos atos resultem emissão de empenho, autorização de pagamento, supri mento ou dispêndio de recursos da União ou pelos quais responda.

ag. Projeto Executivo - Composto de desenhos desenvolvidos para orientar a construção da obra, é o produto final dos trabalhos de coordenação. Este projeto, além de ser indispensável à execução, vem a ser o guia de t oda a obra, pois nele estão reunidos

o projeto arquitetônico, projetos complementares e as indicações do detalhamento completo.

ah. Projeto Básico - Projeto básico é o conjunto de elementos necessá rios e suficientes, com nível de precisão adequado, para c aracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços. Deve ser elaborado com base nas indicações de estudos técnicos preliminares. Tem como objetivo assegurar a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento. Possibilita a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.

ai. Construção – Trabalho de engenharia com intuito de criar uma obra duradoura.

aj. Conservação – Trabalho de engenharia que visa manter uma obra já existente.

ak. Reforma – Trabalho de engenharia que tem como objetivo modificar uma obra já existente.

al. Restauração – Trabalho de engenharia que visa recuperar uma obra danificada. **aj. DER** - Departamento de Estradas e Rodagem

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- ABNT. NBR 7208 - Materiais betuminosos para emprego em pavimentação. ABNT, Rio de Janeiro, 1990;
- ALMEIDA, ANJOS. Revista impermeabilizar 02/93. p 36-8;
- PICADA, D.S, LOPES, J.A. Rochas Sedimentares – Apostila de Geologia Aplicada à Engenharia. Porto Alegre, 1971;
- PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;
- ASFALTOS VITÓRIA. Catálogo de Produtos, 1994;
- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

ASSUNTO 4.2
MEIO AMBIENTE

A Política Nacional do Meio Ambiente, regulada pela Lei nº 6.938/81, em seu artigo 10, estabeleceu que a construção ou instalação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes de, sob qualquer forma, causar **degradação ambiental** dependerão de prévio **licenciamento** por órgão estadual competente ou pelo IBAMA, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

A Lei n.º 7.804/90 alterou a Lei n.º 6.938/81 (Polí tica Nacional de Meio Ambiente), estabelecendo que compete ao IBAMA o licenciamento de atividade e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional.

A Resolução CONAMA n.º 237/97 definiu como impacto ambiental regional todo e qualquer impacto ambiental que afete diferentemente, no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados.

Esta Resolução estabeleceu princípios para a descentralização do licenciamento ambiental e esclareceu as competências corresponden tes aos níveis de governo para sua realização, dependendo das características e da abrangência espacial do empreendimento.

Assim, determinou em seu artigo 4º, as competências do IBAMA para o licenciamento ambiental em nível federal nos seguintes casos:

I - empreendimentos localizados ou desenvolvidos conjuntamente no Brasil e em país limítrofe, no mar territorial, na plataforma continental, na zona econômica exclusiva, em terras indígenas ou em unidades de conservação de domínio da União.

II - empreendimentos localizados em dois ou mais Estados.

III - empreendimentos cujos impactos ambientais ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados.

IV - empreendimentos destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

V - bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.

NÃO HÁ, NO MOMENTO, LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA EMPR EENDIMENTOS MILITARES, SEJA PARA TREINAMENTO OU EMPREGO.

EMPREENDIMENTOS MILITARES:

ACAMPAMENTOS

TIRO

TESTE DE ARMAMENTO

BASES (FRONTEIRA)

Nestes casos, o IBAMA fará o licenciamento “após co nsiderar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou o empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos

competentes da União, dos Estados, do Distrito Fede ral e dos municípios envolvidos no processo de licenciamento". (Resolução CONAMA n.º 2 37/97, artigo 4º, parágrafo 1º).

Os empreendimentos e atividades são licenciados em um único nível de competência (Resolução n.º 237/97, artigo 7º) e, portanto, no c aso de licenciamento realizado em âmbito federal, não haverá licenciamento ambiental em nenhum outro órgão no âmbito do SISNAMA, mas apenas consultas técnicas junto aos órgãos ambientais estaduais e municipais e outros órgãos envolvidos.

A solicitação de licença ambiental em nível federal deve ser sempre procedida junto à Diretoria de Licenciamento e Qualidade Ambiental do IBAMA, que coordenará o processo de consulta aos órgãos ambientais dos Estados e Municípios.

RESUMO

POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE

Preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, assegurando condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

1. SISTEMA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
   a. Órgão Superior: O Conselho de Governo
   b. Órgão Consultivo e Deliberativo: O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA
   c. Órgão Central: O Ministério do Meio Ambiente - MMA
   d. Órgão Executor: O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
   e. Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estadu ais
   f. Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais

PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

1. **LICENÇAS AMBIENTAIS**

a. A Licença Ambiental, como definida na Resolução n.º 237/97, é o "ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pe lo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental".

b. As licenças ambientais estão estabelecidas no Decreto n.º 99.274/90, que regulamenta a Lei n.º 6.938/81, e detalhadas na Resolução CONAMA n.º 237/97, sendo:

2. **LICENÇA PRÉVIA - LP**

Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.

Em projetos de significativo impacto ambiental será exigido a realização de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e correspondente Relatório de Impacto ao Meio Ambiente - RIMA, como condicionantes para obtenção da licença prévia. Estes instrumentos foram

normalizados pela Resolução n.º 001/86 do CONAMA e, complementarmente, pela Resolução n.º 237/97.

3. **LICENÇA DE INSTALAÇÃO – LI**

a. Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.

b. Para obtenção da LI, deverá ser apresentado:

1) O Projeto Executivo do empreendimento;

2) Planos, programas e projetos que tratam do atendimento das condicionantes da LP;

3) As informações detalhadas do projeto, processos e tecnologias adotadas para a neutralização, mitigação ou compensação dos impacto s ambientais provocados;

4) Os procedimentos de monitoramento ambiental.

c. A LI precede os procedimentos de efetivo início de implantação da atividade ou empreendimento.

4. **LICENÇA DE OPERAÇÃO – LO**

a. A ser expedida para autorizar o início da operação da atividade ou empreendimento, após as verificações necessárias do funcionamento d e seus equipamentos de controle de poluição e do atendimento das condicionantes constantes nas Licenças, Prévia e de Instalação.

b. O IBAMA poderá estabelecer prazos de validade es pecíficos para a Licença de Operação de empreendimentos ou atividades que, por sua natureza e peculiaridades, estejam sujeitos a encerramento ou modificação em prazos inferiores.

c. Para o efetivo início dos trabalhos de implantação de uma atividade e empreendimento também são necessárias algumas licen ças complementares.

5. **OUTRAS LICENÇAS E AUTORIZAÇÕES**

a. O desenvolvimento de algumas atividades exige a obtenção de licenças ou autorizações específicas a serem dadas pelo próprio IBAMA ou por outros órgãos gestores de políticas públicas.

1) Supressão de Vegetação
2) Uso de Áreas de Preservação Permanente - APP
3) Uso de Recursos Hídricos - Outorga
4) Exploração de Recursos Minerais - DNPM
5) Uso de Áreas de Propriedade da União – (Ex: Petr óleo)
6) Patrimônio Histórico, Artístico e Arqueológico Nacional - IPHAN
7) População e Áreas Indígenas - FUNAI
8) Cultura Afro-brasileira – Fundação Palmares
9) Unidade de Conservação - IBAMA
10) Prévia Avaliação e Recomendação da FUNASA
11) Titularidade da Propriedade

6. **ESTUDOS AMBIENTAIS**

a. Para o licenciamento de empreendimentos de grande porte ou de representativo potencial poluidor geralmente é determinada a elaboração dos seguintes estudos ambientais:

1) Para obtenção de Licença Prévia – LP

- Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA

2) Para obtenção de Licença de Instalação - LI

a) Plano Básico Ambiental – PBA;

b) Licenças complementares – IPHAN, FUNAI, Fundação Palmares, Supressão de Vegetação, DNPM, etc.

7. ESTUDOS AMBIENTAIS

a. Manutenção da Licença de Instalação - LI

1) Supervisão e Gestão Ambiental da implantação do empreendimento

2) Comprovação do andamento e atendimento das condicionantes e compromissos ambientais estabelecidos com o órgão licenciador.

b. Para obtenção de Licença de Operação - LO

1) Supervisão e Gestão Ambiental da operação do emp reendimento

2) Comprovação do atendimento integral das condicionantes e compromissos ambientais estabelecidos com o órgão licenciador.

c. Principais tipos de estudos ambientais:

1) Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA

2) Relatório Ambiental Simplificado – RAS

3) Relatório de Controle Ambiental – RCA

4) Projeto Básico Ambiental – PBA

5) Plano de Controle Ambiental – PCA

6) Relatório de Detalhamento de Programas Ambientais – RDPA

7) Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRDD

8) Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA

9) Relatório de Desempenho Ambiental do Empreendimento – RDAE

d. Estudos Adicionais:

1) Análise de riscos

2) Plano de Ação de Emergência – PAE (ex: evacuação)

8. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

a. O EIA é um documento técnico, elaborado por técnicos multidisciplinares, feito para ser avaliado por técnicos, e tem como objetivo geral:

1) Caracterizar o projeto de engenharia;

2) Identificar alternativas locacionais e tecnológicas do empreendimento;

3) Diagnosticar a área de influência do empreendime nto em todos os seus meios (físico, biótico e antrópico) integrando estes dados;

4) Identificar impactos do empreendimento ao meio ambiente;

5) Identificar medidas de mitigação ou potencialização desses impactos;

6) Indicar programas ambientais para implementação dessas medidas;

7) Concluir sobre a viabilidade técnica e ambiental do empreendimento.

9. AÇÕES GERAIS PARA ELABORAÇÃO DO EIA

Cada meio possui metodologia específica para obtenção de dados, mas algumas ações são comuns para os diferentes meios, são elas:

a. Fase Pré-campo:

1) Coleta de dados secundários (dados já publicados sobre a área de influência da região);

2) Análise dos mapas pré-existentes (imagem de satélite, mapas topográficos, mapas temáticos, fotos, etc);

3) Obtenção de licenças específicas (licenças de coleta, etc);

4) Definição de área de influência (definição da ár ea a ser estudada com maior detalhamento);

b. Fase Campo:

1) Coleta de dados primários (dados em campo);

2) Coletas de amostras e envio aos laboratórios;

3) Obtenção de dados georreferenciados (fotos, coordenadas etc...)

c. Fase Pós Campo:

1) Elaboração dos relatórios e diagnósticos;

2) Identificação dos impactos de forma integrada (definição da matriz de impactos);

3) Elaboração do prognóstico ambiental, definição de medidas e programas ambientais.

10. RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA

a. O RIMA é um documento não técnico, elaborado para ser entendido pelo público em geral.

Basicamente o RIMA é o resumo não técnico do EIA e da mesma forma tem os mesmos objetivos do EIA.

b. Sempre com objetivo maior de possibilitar o entendimento destas informações pelo público geral de todos os níveis sociais e cultura is.

c. O RIMA, que reflete as conclusões do EIA de form a objetiva e em linguagem adequada à sua compreensão, deve estar acessível ao público em locais apropriados, de forma a garantir o conhecimento de seu conteúdo pel os interessados, durante a análise técnica do pedido de licença ambiental. O IBAMA indicará o número de cópias e os locais onde deverão estar disponível o RIMA.

d. Sempre que o IBAMA julgar necessário ou for soli citado por entidade civil, pelo Ministério Público ou por 50 (cinqüenta) ou mais ci dadãos, será promovida Audiência Pública para a apresentação e discussão do projeto e de seu respectivo RIMA.

e. O IBAMA fixará em edital e anunciará pela impren sa local, a abertura do prazo de solicitação de Audiência Pública que será no mínimo de 45 dias.

11. CONSULTAS E PARECERES DE ÓRGÃOS ESTADUAIS E MUN ICIPAIS

a. No processo de licenciamento ambiental, o IBAMA faz o licenciamento considerando o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, conforme estabelecido no parágrafo 1º, do Art. 4º, da Resolução CONAMA n.º 2 37/97.

b. Os órgãos estaduais e municipais envolvidos têm sua participação por meio de pareceres, considerados em conjunto com os demais critérios durante o processo de análise ambiental conduzido pelo IBAMA. Essa partic ipação também se dá por meio de contribuições para elaboração do Termo de Referênci a e acompanhamento das vistorias e das Audiências Públicas.

12. PLANO BÁSICO AMBIENTAL – PBA

a. O PBA é um documento técnico, que detalha, qualifica, quantifica e orça as ações ambientais necessárias à implantação do empreendime nto proposto, determinando os responsáveis por estas ações e o público ou áreas a serem atendidas pelas mesmas.

b. É composto pelo conjunto de todos os Programas Ambientais explicitados pelo EIA, mais aqueles solicitados pelo IBAMA na análise do p rocesso ambiental.

c. A efetiva implementação deste PBA possibilitará a instalação do empreendimento, e a correta aplicação do mesmo definirá a possibili dade de obtenção da Licença de Operação – LO.

13. EMPREENDIMENTOS EM SITUAÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE COM RELAÇÃO AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

a. Os empreendimentos em não conformidade com relação ao licenciamento ambiental estarão enquadrados no Art. 60 da Lei n.º 9.605/98, que prevê pena de detenção de um a seis meses ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

b. Os empreendimentos podem estar não conformidade com relação ao licenciamento ambiental em qualquer fase (fase de projeto, de implantação e de operação)

14. PENALIDADE

a. A Lei n.º 6.938/81 prevê penalidades aplicáveis aos que não atenderem às medidas necessárias à preservação ou correção dos d anos gerados à qualidade ambiental.

b. O descumprimento da legislação foi fortalecida com as inovações introduzidas pela Lei n.º 9.605, de 13/02/98 (Lei de Crimes Ambientais).

c. Entre os aspectos introduzidos, destacam-se a responsabilização da pessoa jurídica e a forma de penalização às condutas danosas ao meio ambiente.

d. A responsabilização estende-se aos planos administrativo, civil e penal das empresas quando cometerem infração “por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade” (artigo 3º).

e. O Ministério Público da União e dos Estados tem como função institucional zelar pela aplicação da lei e de sua execução, além de ser titular da ação civil pública.

f. Também com a edição da Lei de Crimes Ambientais - Lei n.º 9.605/98, a atuação do Ministério Público passou a ter papel de relevo na punição dos agentes causadores desses delitos.

g. O Mistério Público deve ser entendido, portanto, como uma instância independente verificadora do cumprimento da legislação ambiental. Em caso de eventual conflito, cabe ao Poder Judiciário dirimí-lo.

15. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

a. A Compensação Ambiental é obrigatória em processos de licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades que provoquem perda de biodiversidade e de recursos naturais, tais como perda de vegetação nativa, perda de habitat, corredores ecológicos e ecossistemas de interesse para flora e a fauna, com fundamento no Estudo de Impacto Ambiental.

b. A compensação é calculada tendo por base o valor mínimo de 0,5% (meio por cento) dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo IBAMA, de acordo com o grau de impacto ambiental causado.

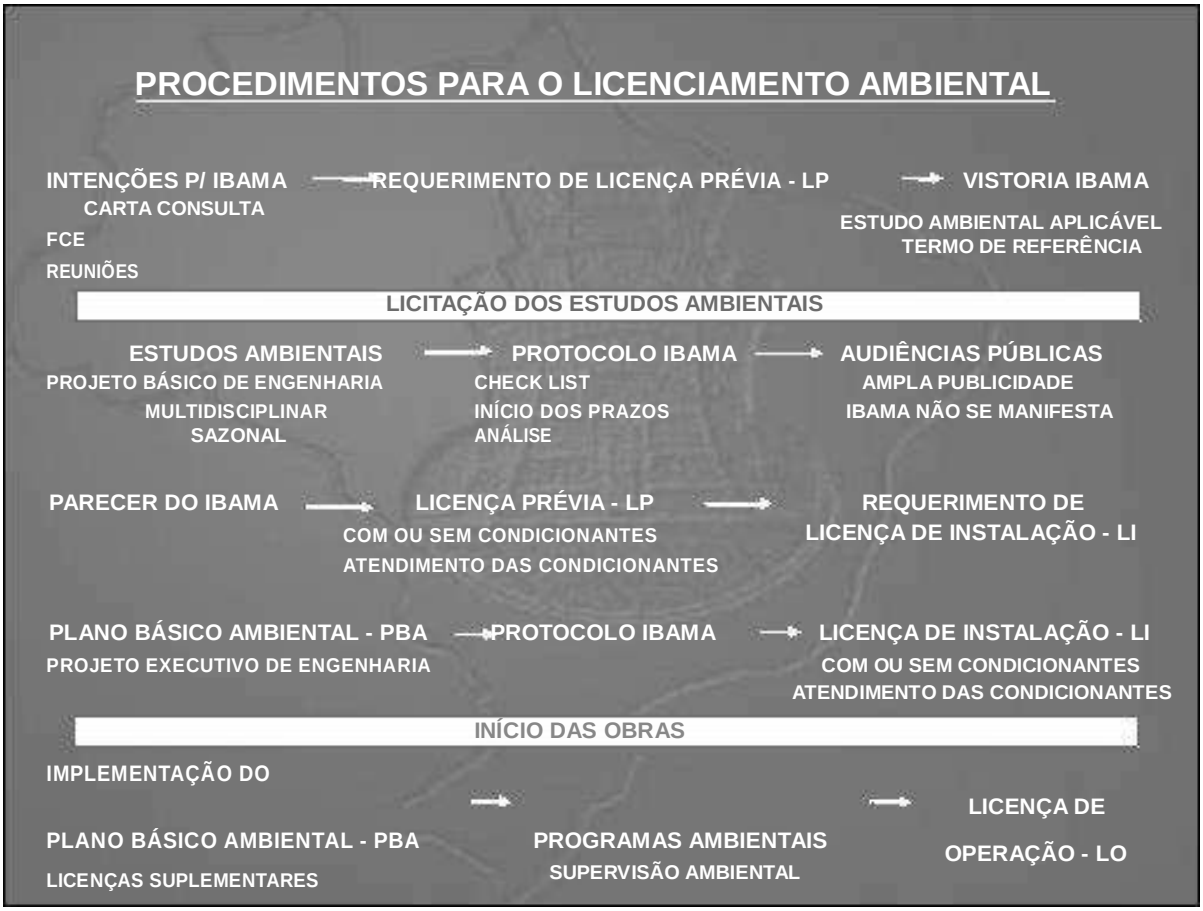
c. O EIA/RIMA do empreendimento apresentará propost a ou projeto ou indicará possíveis alternativas para a aplicação da compensação ambiental.

d. A obrigatoriedade de pagamento de compensação não deve ser confundida, em hipótese alguma, com a implantação de projetos de controle e de mitigação de impactos negativos necessários para garantir a viabilidade a mbiental do empreendimento, preconizadas nos estudos ambientais e acordadas com o IBAMA.

e. Adicionalmente, o Decreto n.º 95.733/88 determina que no planejamento de projetos e obras de médio e grande porte, executados total ou parcialmente recursos

federais, onde sejam identificados efeitos negativos de natureza ambiental, cultural e social, os órgãos e entidades federais incluirão no orçamento de projeto ou obra dotações correspondentes, no mínimo, a 1% (um por cento) do mesmo orçamento, destinadas à prevenção ou correção desses efeitos.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO



Assessoria 3 / DEC – Maj QEM Marcelo C Prates

PROCEDIMENTOS DE MANEJO AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁR IAS

1. TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES

a. AGREGADOS

1) Quando forem obtidos mediante exploração de ocorrência indicada no processo, deverão ser considerados os aspectos seguintes:

a) Autorizar aceitação dos agregados somente após aprovação da licença ambiental para exploração da pedreira.

b) Evitar a localização da pedreira e das instalaçõ es de britagem em área de preservação ambiental.

c) Planejar adequadamente a exploração da pedreira para minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

d) Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem de brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

e) Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações, bem como sua operação junto a órgão ambiental competente, quando o agregado pétreo for fornecido por terceiros

b. LIGANTE BETUMINOSO

1) Instalar os depósitos em locais afastados dos cursos d'água.

2) Vedar o refugo de materiais usados na faixa de domínio e nas áreas lindeiras, onde possam causar prejuízos ambientais.

3) Recuperar área afetada pelas operações de constr ução/execução mediante a remoção de tanques e a limpeza do canteiro de obras.

2. **TERRAPLENAGEM – Serviços preliminares**

a. Para garantia da qualidade dos serviços, o projeto fornecerá orientações de procedimento prévio, ao início das operações.

b. O material decorrente das operações de desmatamento, destocamento e limpeza, executados dentro dos limites da área, é retirado e estocado de forma que, após a exploração do empréstimo, o solo orgânico seja espa lhado na área escavada, reintegrando-a à paisagem.

c. Não será permitido o uso de explosivo para remoç ão de vegetação. Outros obstáculos, sempre que possível, serão removidos po r meio de equipamento convencional, mesmo que com certo grau de dificuldade, objeto de criteriosa análise e metodologia adequada.

3. **TERRAPLENAGEM - Empréstimo**

a. O material vegetal será removido e queimado sob fogo controlado, ou estocado conforme as indicações do projeto. A remoção ou est ocagem dependerá da eventual utilização, não sendo permitida a permanência de en tulhos nas adjacências da plataforma de modo a provocar a obstrução do sistema de drenagem natural da obra ou problemas ambientais.

b. Evitar a localização de empréstimos em áreas de boa aptidão agrícola.

c. Não deverão ser explorados empréstimos em áreas de reservas florestais, ecológicas, de preservação cultural, ou mesmo nas suas proximidades.

d. As áreas de empréstimo deverão ser convenienteme nte drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como os efeitos da erosão.

4. **TERRAPLENAGEM – Caminhos de serviço**

a. Os caminhos de serviço somente serão executados com acompanhamento e orientação no que tange a proteção ambiental.

b. Após a utilização dos caminhos de serviço, deverá ser efetuada a recomposição do terreno e da vegetação, a fim de evitar erosões, ba rramentos ou uso inadequado, como vias de penetração.

5. **TERRAPLENAGEM – Aterros**

a. As providências a serem tomadas visando a preser vação do meio ambiente referem-se a execução dos dispositivos de drenagem e proteção vegetal dos taludes, previstos no projeto, para evitar erosões e conseqü ente carregamento de material.

b. Os bota-foras, em alargamento de aterros, deverã o ser compactados com a mesma energia utilizada nos aterros.

6. **TERRAPLENAGEM – Cortes**

a. Quando houver excessos de material de cortes e for impossível incorporá-los ao corpo dos aterros, serão constituídos bota-foras.

b. Os taludes dos bota-foras deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos.

c. Os bota-foras são executados de forma a evitar q ue o escoamento das águas pluviais possam carrear o material depositado, causando assoreamentos.

d. Deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-f oras, inclusive os de terceira categoria, após conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local.

e. O revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deverá ser executado imediatamente após o corte.

7. **IMPRIMAÇÃO**

a. Instalar os depósitos em locais afastados dos cursos d'água.

b. Vedar o refugo de materiais usados na faixa de domínio e nas áreas lindeiras, onde possam causar prejuízos ambientais.

c. Recuperar área afetada pelas operações de constr ução/execução mediante a remoção de tanques e a limpeza do canteiro de obras.

8. **PINTURA DE LIGAÇÃO**

a. Instalar os depósitos em locais afastados dos cursos d'água.

b. Vedar o refugo de materiais usados na faixa de domínio e nas áreas lindeiras, onde possam causar prejuízos ambientais.

c. A desmobilização desta atividade inclui remover os depósitos de ligante e a limpeza do canteiro de obras, e conseqüente recomposição da área afetada pelas atividades de construção.

ASSUNTO 4.3
DESTACAMENTO E CANTEIRO DE TRABALHO

1. **DESTACAMENTO**

É o local onde se encontram todos os meios indispensáveis a execução da obra bem como o local exato da obra. O destacamento e uma extensão da OM, regido por todas as normas militares e comandada por um militar, normalmente um oficial ou sargento, com capacidade e conhecimento técnico suficiente para comandar/gerenciar toda a obra.

No destacamento se encontra todo o pessoal, equipamento, insumos e instalações necessários ao bom andamento da obra.

Sendo o destacamento uma continuação da OM, o mesmo necessita de uma infraestrutura semelhante a sua OM de origem.

2. **CANTEIRO DE TRABALHO**

Local onde é realizado o trabalho propriamente dito, onde se encontram todos os meios empregados imediatamente nas frentes de serviços.

3. **SEÇÕES DE UM DESTACAMENTO**

a. PC Cmt
b. Sargenteação
c. Subtenência
d. Seção Técnica
e. Laboratório
f. Seção de Saúde
g. Cozinha
h. Rancho
i. Alojamentos
j. Sala de Lazer
k. Oficina
l. Posto de Lavagem
m. Garagem
n. Estacionamento
o. Depósitos (Agregados, lubrificantes, materiais, etc)
p. Posto de Abastecimento (Gasolina e Óleo Diesel)
q. Usina de Asfalto
r. Usina de Britagem (ou Britador)
s. Praça de Concretagem
t. Fábricas de Tubos, Dormentes, Moirões, etc

4. **RECOMENDAÇÕES PERTINENTES**

a. O regime de trabalho será estabelecido de acordo com a necessidade do serviço, de forma a aproveitar o maior tempo de luz natural possível e as melhores condições climáticas.

b. É imprescindível a preocupação com o bem estar de todos que trabalham ou circundam o destacamento.

c. Por isso, é importante observar as seguintes recomendações:

1) Cumprir as orientações do PIM/COTER e da NR 18;

2) Providenciar a segurança dos equipamentos após as jornadas de trabalho;

3) Deverão ser empregados os equipamentos de proteção individual de acordo com as normas da Comissão Interna de Prevenção de Acide ntes (CIPA);

4) Especial atenção deverá ser dada ao cumprimento de prazos de conclusão de obras e controle de custos;

5) Deverão ser cumpridas as seguintes premissas bás icas: segurança, qualidade, meio ambiente, informação, apropriação e economia;

6) Estipular o horário do corpo, incluindo formatur as e revistas;

7) Estipular escala de serviço, incluindo a utilização do Livro de Sargento de Dia;

8) Aditamentos com recompensas e punições SFC;

9) Recompensas no tocante a serviços de excelência;

10) Atentar quanto a procedimentos nas horas de folga como banhos em rios, festas, bailes, consumo de bebidas alcoólicas, relacionamentos amorosos, doenças sexualmente transmissíveis, jogos, gastos em estabelecimentos comerciais, e convivência com a população local;

11) Ninguém poderá tomar qualquer atitude sem que o Cmt do DST esteja ciente de tal procedimento, isso visa evitar favores a civis, muito comuns em localidades afastadas;

12) Rígido controle dos materiais e insumos;

13) Constante observação da regras de segurança para evitar acidentes;

14) Colocação de placas e balizamentos;

15) Apropriação constante dos insumos;

16) Acompanhamento da validade de insumos (cimento, RR, CM, CAP);

17) Integridade dos elementos que trabalham com o controle do material, somente os de maior confiança.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;
- ASFALTOS VITÓRIA. Catálogo de Produtos, 1994;
- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

ASSUNTO 4.4
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

1. **CONCEITOS BÁSICOS**

a. Aglomerante - é o elemento ativo, pulverulento, que entra na composição das pastas, argamassas e concretos.

b. Pasta - é uma mistura íntima de aglomerante e ág ua que endurece por simples secagem ou, o que é mais comum, em virtude de reações químicas.

c. Argamassa - é a mistura da pasta com agregado miúdo.

d. Concreto - é a mistura da pasta com agregados miúdo e graúdo.

e. Agregado - é um material granuloso e inerte, convenientemente graduado, que entra na composição de argamassas e concretos. A adição de agregado à pasta visa a economia do aglomerante, que é oneroso, e atenuar os efeitos nocivos da retração, causada pelo endurecimento da pasta.

2. **TIPOS DE AGLOMERANTES**

a. Existem os seguintes tipos de aglomerantes, empregados na construção civil:

1) cal aérea;
2) cal hidráulica;
3) cal hidratada;
4) cimento natural; e
5) cimento portland.

3. **CAL AÉREA**

a. Definições:

1) Cal: É o produto da calcinação de pedras calcárias, a uma temperatura inferior a do início de fusão.

2) Pedras calcárias: São rochas cujo constituinte p rincipal é o carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

3) Em determinadas pedras calcárias o carbonato de cálcio pode estar mais ou menos substituído pelo carbonato de magnésio ($MgCO_3$).

b. Utilização da cal aérea: a cal aérea pode ser empregada nas seguintes situações:

1) em argamassas simples ou mistas para alvenaria e revestimentos que estejam devidamente protegidos da água (umidade) ou que rec ebam adição de componentes argilosos (pozolanas) que tornam a cal aérea resistente à presença da água;

2) em adição no concreto a fim de reduzir sua permeabilidade e aumentar sua trabalhabilidade;

3) na indústria, para fabricação de tijolos refratá rios, tratamento d'água, adubos, siderurgia (fundente) e indústria de vidro;

4) na execução de serviços de forros, e outras utilizações na forma de gesso, no interior das construções.

4. **CAL HIDRÁULICA**

Definição: a cal hidráulica é o produto resultante do cozimento de calcários mais ou menos argilosos, a uma temperatura inferior a de início de fusão, e da subseqüente pulverização por extinção, seguida ou não de moagem .

5. **CAL HIDRATADA**

Definição: a cal hidratada é a cal que é fornecida pela indústria já hidratada (extinta) de forma mecânica e de emprego imediato. Pode ser acon dicionada em sacos de papel, em embalagens de 8 a 40 Kg. É a cal de uso comercial e sua utilização normalmente é fornecida pelo fabricante na embalagem.

6. **CIMENTO NATURAL**

a. Definição - o cimento natural é o produto que resulta do cozimento seguido de moagem de calcários argilosos. Difere da cal hidráu lica por não ter cal livre.

b. Resistência mecânica - pela falta de uniformidad e na composição do calcário de origem, a resistência do cimento natural é bastante baixa e variável (cerca de 1/2 a 1/3 da do cimento portland), o que restringe seu emprego a obras de pequena importância.

7. **CIMENTO PORTLAND**

a. Cimento Portland Comum - é o aglomerante obtido pela pulverização do clinquer (moagem em moinho de bolas) juntamente com gesso ou outros materiais que retardam o endurecimento do pó resultante ao contato com a umidade do ar.

b. Clinquer - é o resultado da calcinação (cozimento) até a fusão incipiente de outros componentes, como cinza volante e escória de alto forno, que alteram as características do cimento portland comum, conferindo-lhe determinadas propriedades específicas, tais como, um endurecimento mais lento, maior impermeabilidade, menor calor de hidratação, resistência às águas agressivas, ou simplesmente po r medidas econômicas, por exemplo, aproveitando um resíduo barato sem prejuízo de técnica usual, como é o caso de escória de alto forno.

c. Escória de alto forno - é um subproduto da fabricação do gusa, resultante da combinação dos componentes argilosos presentes na ganga do minério de ferro (sílica e alumina) com a cal empregada como fundente, ou seja, os mesmos óxidos que se encontram no cimento portland.

d. Designações - Os cimentos portland, de acordo com as revisões das especificações brasileiras realizadas pela ABNT em 1991, passaram a ter as seguintes designações:

1) Cimento portland comum:
   a) CP I: cimento portland comum
   b) CP I - S: cimento portland comum com adição
2) Cimento portland composto:
   a) CP II - E: Cimento portland composto com escória
   b) CP II - Z: Cimento portland composto com pozolana
   c) CP II - F: Cimento portland composto com filler
3) Cimento portland de alto forno:
   - CP III
4) Cimento portland pozolâmico:
   - CP IV
5) Cimento portland de alta resistência inicial:
   - CP V - ARI

8. **ARMAZENAMENTO DO CIMENTO ENSACADO**

a. Introdução - o cimento, ao sair da fábrica acond icionado em sacos de várias folhas de papel impermeável, apresenta-se finamente pulver izado e praticamente seco, assim devendo ser conservado até o momento de sua utilização.

b. Armazenamento por curtos períodos de tempo - Quando o intervalo de tempo decorrido entre a fabricação e a utilização não é d emasiado grande, a proteção oferecida pelo invólucro original é, em geral, suficiente.

c. Armazenamento por longos períodos de tempo - Quando, ao contrário, é longo o período de armazenamento, precauções suplementares devem ser tomadas para que a integridade das características iniciais do aglomerante sejam preservadas.

9. **CAUSAS DA DETERIORAÇÃO DO CIMENTO**

a. Umidade - A principal causa da deterioração do cimento é a umidade que, por ser absorvida, hidrata-o pouco a pouco, reduzindo-lhe sensivelmente a atividade.

b. O cimento hidratado é facilmente reconhecível - Ao esfregá-lo entre os dedos sente-se que não está finamente pulverizado, constata-se, mesmo freqüentemente, a presença de torrões e pedras que caracterizam fases mais adi antadas de hidratação. O cimento pouco afetado pela umidade pode ainda ser utilizado em pequenos serviços para os quais não sejam requeridos concretos de grande resistênci a, devendo ser, neste caso, peneirado em malha de pequena abertura, que permita a eliminação da parte mais atingida.

c. Em obras de maior responsabilidade é indispensáv el, entretanto, que os cimentos, apresentando o mais leve indício de hidratação, não sejam empregados senão após exame cuidadoso em laboratório, que melhor poderá avaliar a conveniência ou não de seu aproveitamento, indicando em caso afirmativo, as medidas acauteladoras a serem tomadas.

d. Para armazenar cimento é preciso, pois, em primeiro lugar, preservá-lo, tanto quanto possível, de ambientes úmidos.

e. Altura do Empilhamento - Mesmo quando preservado de ambientes úmidos, o cimento ainda é passível de hidratar-se se for guardado por longo tempo em pilhas de altura excessiva. Isto porque ele nunca se apresenta completamente seco e a pressão elevada a que ficam sujeitos os sacos das camadas inferiores reduz os vazios, forçando um contato mais intenso entre as partículas do aglomerante e a umidade existente. Teores de umidade, que normalmente não chegariam a prejudicar o cimento, tornam-se então responsáveis por sua deterioração. Outra prec aução necessária consiste, portanto em limitar a altura das pilhas de sacos.

f. Para evitar essas duas principais causas de deterioração do cimento, quando há necessidade de armazená-lo por longo tempo, é acons elhável a construção de um galpão coberto e bem arejado, onde o cimento deverá ser co locado sobre estrados de madeira com 30 cm de altura e afastados 30 cm das paredes, em pilhas normais de 8 sacos e, excepcionalmente, de 15 sacos.

AGREGADOS

1. DEFINIÇÃO

O agregado constitui o material granuloso e inerte que entra na composição das argamassas e dos concretos. Desempenhando uma função econômica de máxima importância, pois, geralmente, é o elemento de cust o mais baixo por unidade de volume no concreto, o agregado atua de forma decisiva no incremento de certas propriedades, tais como: a redução da retração (bastante grande na pasta de cimento) e aumento de resistência ao desgaste.

2. **CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS**

3. a. Quanto à origem

1) Naturais - são aqueles que já são encontrados na natureza sob a forma de agregado: areia de mina, areia de rios, seixos rolados, pedregulhos, etc.

2) Artificiais - são aqueles que necessitam ser tra balhados para chegarem a condição necessária e apropriada para seu uso: arei a artificial, brita, etc.

b. Quanto às dimensões - quanto as dimensões, os ag regados são classificados em miúdos e graúdos. Recebem entretanto, denominações especiais que caracterizam certos grupos, como: filler, areia, pedrisco, seixo rolado e brita.

1) Agregado miúdo é a areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira nº 4 (4,8 mm) da ABNT e ficam retidos na peneira nº 200 (0,075 mm) (NBR 7211).

2) Agregado graúdo é o pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam por uma peneir a de malha quadrada com abertura nominal de 152 m e ficam retidos na peneira ABNT nº 4 (4,8 mm).

3) Filler é o material que passa na peneira ABNT nº 200 (0,075 mm).

4) Areia é o material encontrado em estado natural, passando na peneira ABNT nº 4 (4,8mm).

5) Pedrisco, também chamado areia artificial, é o material obtido por fragmentação de rocha, passando na peneira ABNT de abertura de 9,5 mm (brita zero).

6) Seixo rolado é o material encontrado fragmentado na natureza, quer no fundo do leito dos rios quer em jazidas, retido na peneira ABNT nº 4 (4,8 mm).

7) Brita é o material obtido por trituração de rocha e retido na peneira ABNT nº 4 (4,8 mm).

c. Por razões comerciais, classificam-se as britas em

1) brita zero ..... 4,8 a 9,5 mm
2) brita 1 ..... 9,5 a 11,0 mm
3) brita 2 ..... 11,0 a 25,0 mm
4) brita 3 ..... 25,0 a 38,0 mm
5) brita 4 ..... 38,0 a 76,0 mm
6) pedra de mão ..... > 76,0 mm

d. Finalidade dos agregados nas argamassas e nos concretos

1) aumentar o volume da pasta, obtendo-se grande quantidade de material plástico estrutural a baixo custo;

2) aumentar a resistência mecânica do material resu ltante da mistura da pasta com agregados de resistência superior;

3) permite maior resistência ao desgaste por abrasã o.

4. OBTENÇÃO DOS AGREGADOS NATURAIS

a. Como já foi dito, naturais são aqueles agregados que encontramos na natureza prontos para serem utilizados. Alguns necessitarão apenas de um rápido processamento de lavagem e classificação, o que não os exclui des sa categoria.

b. Dessa forma, cabe ao tecnologista encontrar agregados na região onde vai se instalar a obra, para o qual uma pesquisa das jazidas disponíveis é fundamental.

c. A areia e o pedregulho são provenientes da erosã o, transporte e deposição de detritos da desagregação de rochas realizadas pelos agentes do intemperismo, tanto de origem física (variação de temperatura) como química (soluções ácidas ou básicas sobre os elementos mineralógicos).

d. Com relação a origem geológica, as jazidas classificam-se, conforme seus depósitos, em:

1) residuais - que são os depósitos encontrados nas proximidades da rocha matriz. Possuem em geral, boa granulométrica, porém, grande quantidade de impurezas;

2) eólicos - são depósitos de material muito fino, com má granulometria, porém, com grande pureza; são formados pela ação dos ventos (d unas);

3) aluviais - formados pela ação transportadora das águas, podendo ser estes fluviais ou marítimos. Os marítimos, em geral, apresentam má granulometria, enquanto que os fluviais são, normalmente, os melhores agreg ados encontrados na natureza.

e. Quanto ao tipo de jazida, temos que considerar a divisão:

1) bancos - quando a jazida se forma acima do leito do terreno;

2) minas - quando formada em subterrâneo;

3) jazida de rio - que podem formar-se no leito e nas margens;

4) jazida de mar - praias e fundo do mar.

f. Para facilitar a localização de uma jazida de rio (areia ou pedregulho) podemos adotar a seguinte regra prática:

1) quando na sondagem se constatar material fino no rio, sabe-se que a jusante não deve haver areia ou pedregulho;

2) areia ou pedregulho no leito atual do rio indicam que há material análogo no vale, caso este se estenda em planície;

3) areia e pedregulho podem ser encontrados no ponto em que o rio se alarga reduzindo sua velocidade;

4) quando um rio que tem capacidade para transportar areia e pedregulho desemboca em outro de menor velocidade aí há depósito desses materiais.

5. OBTENÇÃO DOS AGREGADOS ARTIFICIAIS

a. Agregados artificiais são os obtidos através da redução do tamanho de pedras grandes, geralmente por trituração, em equipamentos mecânicos (britadores).

b. O processamento necessário para transformar o ma terial de uma determinada jazida em agregado de qualidade satisfatória, para uso em concreto, pode ser simples ou complexo, a depender de uma série de fatores. A escolha do equipamento e do "lay - out" das instalações de britamento e peneiramento é elemento de máxima importância para a obtenção do agregado conveniente a custos mais reduzidos.

c. Numa instalação para exploração de pedreiras, é da mais alta importância a escolha criteriosa dos britadores.

d. Assim, a seleção dos tipos deve ser efetuada por um elemento de grande experiência, que possa analisar, "a priori", o comp ortamento daquele material nos diversos tipos de britadores. Contudo, mesmo contando com a experiência adquirida, no passado, o tecnologista deve proceder a ensaios prévios com o material, fazendo-o passar por britadores diversos e verificando quais aqueles que produzem o melhor agregado final.

e. Um fator de grande importância a ser considerado nesta fase é o que diz respeito à granulometria. Certos materiais têm a tendência de produzir granulométricas uniformes, quando se utilizam britadores inadequados. É possível que, pela utilização de britador inadequado, fique-se com o material necessário dent ro de uma faixa granulométrica determinada, o que poderá prejudicar enormemente o concreto.

f. As rochas mais utilizadas no Brasil para produção de agregados artificiais (brita) são o gnaisse, o basalto, o granito e o calcário.

g. Ao adquirirmos o material no mercado, devemos proceder aos ensaios necessários para avaliar a sua resistência mecânica, o teor de impurezas, forma dos grãos e, principalmente, a sua granulometria.

ARGAMASSAS

1. INTRODUÇÃO

a. Dá-se o nome de pasta à mistura de um aglomerant e mais água.

b. Quando se coloca água em excesso na pasta, temos um produto denominado nata.

c. Misturando-se agregado miúdo à pasta, obtemos um a argamassa.

d. As argamassas são imprescindíveis para a elevaçã o de alvenarias, revestimentos de pisos, paredes e tetos, colocação de azulejos, de tacos e de ladrilhos e outros trabalhos que integram a construção.

e. Endurecimento das argamassas se dá por processos químicos que variam de acordo com o tipo de aglomerante usado.

2. COMPONENTES

a. As argamassas são compostas por materiais agluti nantes ou ativos e por materiais inertes.

b. Os materiais aglutinantes ou ativos são:

1) cimento;

2) cal hidráulica;

3) cal aérea (pouco utilizada atualmente).

c. Ao falarmos de cal estaremos nos referindo à cal hidráulica totalmente extinta (cal hidratada).

d. Os materiais inertes são:

1) areia: atenua os efeitos expansivos que aparecem com a carbonatação da cal e aumenta a porosidade do conjunto facilitando a penetração de CO e a solidificação do material, no caso de argamassa de cal; barateia o produto no caso de argamassas em geral; deve ser limpa e atender à granulometria recomendada;

2) saibro: material argiloso que tem a finalidade de diminuir a quantidade de aglomerante na mistura;

3) água: deve ser isenta de elementos prejudiciais às reações entre ela e o aglutinante. A água potável é considerada de boa qu alidade para o preparo das argamassas.

3. PREPARO DAS ARGAMASSAS

a. A boa qualidade e resistência da argamassa depen dem não apenas dos constituintes, mas também de como é preparada.

b. Semelhante ao concreto, a argamassa é preparadas manual ou mecanicamente.

c. No preparo mecânico utiliza-se betoneira, que pr oporciona mistura de melhor qualidade em menor tempo. Na construção de pequenas residências, raramente dispomos desse equipamento.

d. Para o preparo manual, normalmente em pequenas construções, procede-se assim:

1) com uma padiola, uma lata ou um balde, medem-se as quantidades de cimento, areia, saibro ou cal, nas proporções indicadas no traço e coloca-se tudo sobre a plataforma e mistura-se a seco até obter uma coloração uniforme.

2) faz-se um buraco no centro dessa massa, bem misturada e adiciona-se água, pouco a pouco, mexendo sempre, até que alcancemos a consistência desejada, sem

excesso de água. Nas plataformas impermeáveis deve- se tomar o cuidado para não permitir o escoamento da água de amassamento.

e. A argamassa preparada com cimento deve ser empregada imediatamente, pois o cimento tem sua pega iniciada, aproximadamente, dentro de uma hora.

CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

1. **DEFINIÇÃO**

a. Concreto de cimento portland é uma massa plástic a capaz de assumir a forma do recipiente em que for colocada e que após algumas horas endurece, adquirindo grande resistência mecânica, sendo própria para uso em est ruturas de construção.

b. Concreto endurecido apresenta grande resistência à compressão e pouca resistência à tração, sendo necessário usar armadur a (aço) nas superfícies em que estiver sujeito a este esforço, donde surgiu o concreto armado.

c. Graças a capacidade do concreto moldar-se na forma em que estiver sendo lançado, a sua grande resistência a compressão e a utilizaçã o de armadura para suprir sua baixa resistência a tração, o concreto tornou-se o materi al de construção mais usado em obras no mundo inteiro.

d. Sua plasticidade (capacidade de moldar-se à forma) permite que se dê às estruturas de concreto qualquer forma necessária, sendo suas a plicações seguramente ilimitadas.

2. **FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DO CONCRETO**

a. Diversos são os fatores que afetam a qualidade d os concretos. Veremos, rapidamente, alguns aspectos com respeito a alguns deles que permitirão obtermos uma massa com mais qualidade.

b. Qualidade dos componentes - selecionar cuidadosamente quanto a:

1) tipo e qualidade;
2) dimensões;
3) uniformidade.

c. Proporção correta - a quantidade de pasta, se insuficiente, não preencherá completamente os vazios dos agregados, prejudicando o conjunto. Quanto à quantidade de água, se utilizada em excesso, além da necessári a à hidratação do cimento, ocorrerá evaporação e o aparecimento de vazios, afetando as propriedades físicas e mecânicas do concreto.

d. Manipulação adequada – deve-se observar:

1) homogeneidade da mistura pasta / agregado;
2) transporte e lançamento nas formas;
3) cura cuidadosa do concreto.

e. Transporte do concreto fresco - o tempo disponível para transporte do concreto fresco está intimamente relacionado com o tempo de “pega” do cimento utilizado na execução do concreto. O início da “pega” dá-se gera lmente após uma hora do contato da água com o cimento e o final após duas horas. Somente em casos especiais esses tempos são antecipados ou retardados (adição de adi tivos).

f. Assim, durante a realização da concretagem, todas as operações, desde o início da mistura até o final do adensamento, devem realizar-se num tempo idealmente menor que o de início da “pega”. O tempo disponível para transporte será de 30 minutos (em condições normais), menos os tempos de mistura e adensamento.

g. No transporte do concreto são utilizados os sist emas abaixo:

1) Sistema de transporte horizontal: carrinho de mã o, dumpers, caminhões betoneiras ou basculantes, vagonetas sobre trilhos, balde em cabo horizontal e de fundo falso, etc.

2) Sistemas de transporte inclinado: calhas, esteiras transportadoras etc.

3) Sistemas de transporte vertical: elevadores, gruas, tubos de tremonha, guinchos, guindastes, plataforma de degraus, bomba, ar comprimido etc.

h. O transporte de concreto em tubos de pressão (bo mbas e ar comprimido) apresenta a desvantagem de ser mais caro que os demais, por exigir maior fluidez do concreto, funcionando o cimento como lubrificante. Só deve ser usado em grandes obras.

i. Lançamento - Consiste na operação de colocação do concreto na forma. O lançamento é feito, geralmente, por gravidade e a altura de queda deve ser a menor possível a fim de evitar a separação dos componentes.

j. No lançamento de certa altura a armadura deverá ser protegida em sua parte mais alta, pois, suas malhas poderão atuar como peneira, retendo os agregados maiores, causando a segregação. Além disso, ao ficarem recobertas com argamassa, perderão aderência com o concreto. Usar nestes casos chapas ou funis de madeira ou metálicos para que o concreto deslize sem contato com a armadura.

k. Adensamento - É a operação de compactação do concreto dentro das formas. O adensamento deve conseguir que o concreto envolva o aço e tome a forma com o máximo de capacidade e impermeabilidade, sem perda de homogeneidade. A compactação se dá pela eliminação dos vazios que se formam no interior da massa, junto às formas e junto às armaduras.

l. A energia necessária ao adensamento cresce com a diminuição da fluidez (plasticidade) do concreto. Concretos secos consomem mais energia. Existem dois tipos de adensamento:

1) manual; e

2) mecânico.

m. Os sistemas mecânicos mais usados atualmente são os vibradores internos e externos, que permitem o uso de concretos mais secos pela grande energia de compactação que produzem. Os vibradores internos sã o os conhecidos como “agulha” e são próprios para a concretagem de vigas e pilares. Os vibradores externos são os vibradores de forma, os vibradores de placa, réguas vibratórias e outros. A eficiência dos vibradores baseia-se na redução do coeficiente de atrito entre os componentes da massa durante a movimentação acelerada que os mesmos experimentam por ocasião da vibração.

n. processo de adensamento deve ser escolhido levando-se em conta as condições da obra e os recursos disponíveis.

3. CURA DO CONCRETO

a. Compreende os procedimentos adotados com vistas a prolongar as reações de hidratação e endurecimento do cimento e evitar a retração (diminuição do volume pela evaporação d’água), evitando-se assim que cesse a f ormação de cristais de endurecimento do cimento e por diminuição do volume do concreto que está adendo às formas, submetê-lo a tensões internas que não é cap az de resistir nas primeiras horas, provocando as fissuras.

b. A cura em obras correntes é feita pela molhagem do concreto, a qual começa tão logo a água não deixe marcas em sua superfície, dev endo prolongarse por pelo menos sete dias após a concretagem.

c. A manutenção de uma cura contínua no concreto mantém sua resistência crescendo continuamente.

Traços recomendados para argamassas (02-2002)

Chama-se traço a proporção em volume entre os componentes das argamassas (usualmente cimento, cal hidratada e areia). Os traços variam de acordo com a utilização que vai ser dada à argamassa. A tabela abaixo apresenta os traços indicados para as utilizações mais comuns das argamassas. (Fonte: "Tabela de Composições de Preços para Orçamentos - TCPO 10" - Editora Pini - 2000).

APLICAÇÕES			**TRAÇOS**	
Grupo	**Subdivisão**	**Cimento Portland**	**Cal Hidratada**	**Areia**
Alvenaria de Tijolos Maciços	Esp. 1 tijolo - 20 a 22cm	1	1,5	6
	Esp. 1/2 tijolo - 10 a 11cm	1	2	8
	esp. 1/4 tijolo - 5 a 6cm (cutelo)	1	2	8
Alvenaria de Tijolos Laminados (maciços ou 21 furos)	Esp. 1 tijolo - 20 a 22cm	1	1	6
	Esp. 1/2 tijolo - 10 a 11cm	1	1	5
Alvenaria de Tijolos de 6 Furos	a chato	1	1,5	6
	a espelho	1	2	8
Alvenaria de Tijolos de 8 Furos	a chato	1	1,5	6
	a espelho	1	2	8
Alvenaria de Blocos de Concreto para Vedação	Esp. 20cm	1	0,5	8
	Esp. 15cm	1	0,5	8
	Esp. 10cm	1	0,5	6
Alvenaria de Blocos de Concreto Autoportantes	Esp. 20cm	1	0,25	3
	Esp. 15cm	1	0,25	3
Alvenaria de Blocos de Vidro		1	0,5	5
Alvenaria de Pedras Irregulares		1		4
Alvenaria de Elementos Vazados de Concreto	Esp. 6cm	1		3
Chapisco	sobre alvenaria	1		4
	sobre concreto e tetos	1		3
Emboço	interno, base para reboco		1	4
	interno, base para cerâmica	1	1,25	5
	interno, para tetos	1	2	9
	externo, base para reboco	1	2	9

MADEIRA

1. **GENERALIDADES**

a. No BRASIL, a madeira é muito utilizada em virtude das vantagens que apresenta, tais como:

1) abundância na natureza;
2) elevada resistência mecânica para uma baixa mass a específica (densidade);
3) boa elasticidade;
4) baixa condutibilidade térmica; e
5) baixo custo.

b. Podemos afirmar que a madeira é o material que apresenta maior resistência à compressão em relação a seu peso.

c. A par dessas vantagens, a madeira apresenta as seguintes desvantagens:

1) higroscopicidade (porosidade): que causa a variação de volume pela absorção de água da umidade ambiente, quando variam umidade e t emperatura, variações estas diferentes em duas direções;

2) heterogeneidade (falta de homogeneidade) da estrutura: manifesta-se por não serem iguais as resistências mecânicas em um sentid o e na direção perpendicular, resultando, daí, certas dificuldades na construção.

3) combustibilidade: é possível tomar certas medidas de proteção, a fim de evitar ou retardar incêndios.

4) vulnerabilidade à ação de microorganismos inferiores (apodrecimento): sua ação causa a destruição progressiva da madeira. Há certa s condições que propiciam o apodrecimento da madeira, como umidade elevada e exposição ao ar (oxigênio).

d. A madeira é, então, caracterizada por uma grande variabilidade das características de resistência mecânica, mesmo se tratando de uma m esma espécie. Essa variabilidade depende dos seguintes fatores:

1) da espécie;

2) para uma espécie, das condições em que cresce a árvore, isto é, do clima, do solo, etc.;

3) em uma mesma árvore, da parte da árvore da qual foi extraída a madeira;

4) da presença de defeitos na madeira.

e. Devemos conhecer bem as qualidades e os defeitos, de forma a podermos atenuar seus defeitos e obter o máximo de suas qualidades; e

f. A madeira é considerada material de construção se não tiver sua estrutura anatômica destruída. Assim, da madeira utilizada na sua forma original (postes, estacas, etc.) até os compensados, considera-se como material de construção.

2. CLASSIFICAÇÃO

a. Classificamos as madeira em dois grupos:

1) madeiras duras ou de lei; e

2) madeiras moles ou brancas.

b. Madeiras duras ou de lei : são madeiras provenie ntes da espécie FRONDOSA (folhas achatadas e largas), de ótima qualidade e utilizada principalmente em trabalhos definitivos. São cerca de 1500 espécies úteis, dent re as quais podemos destacar: peroba-do-campo, peroba - rosa, canela, imbuia, jacarandá, sucupira, maçaranduba, aroeira, eucalipto e cedro.

c. Madeiras moles ou brancas: são madeiras provenie ntes de árvores da espécie CONÍFERA (folhas tipo agulhas), empregadas, principalmente, como auxiliar na construção (andaimes, formas, etc.). Existem cerca de 400 espécies, dentre as quais o pinho do PARANÁ e o pinho bravo são as únicas espéc ies originárias do BRASIL.

3. CORTE E DESDOBRAMENTO

a. O corte das árvores deve ser feito de preferênci a durante o inverno, quando a vida vegetativa é menos intensa.

b. Após a derrubada a tora poderá ser utilizada nas formas abaixo:

1) roliça;

2) falquejada; e

3) desdobrada.

c. Madeira bruta ou roliça : é a mais utilizada em construções provisórias, como escoramentos, andaimes, pontes semi permanentes, suporte de caixas d'água, pilares de galpões provisórios, etc. As madeiras roliças mais utilizadas no Brasil são o pinheiro e o eucalipto.

d. As peças roliças são obtidas pela derrubada das árvores na época de menor teor de umidade, após a remoção da casca e secagem do tronco em lugar arejado e protegido do sol. As madeiras roliças, que não passam por um período mais ou menos longo de secagem, ficam sujeitas a retrações transversais que provocam rachaduras nas extremidades. Os contraventamentos construídos com madeira verde aparafusada tornam-se inoperantes pela fissuração das extremidades da madeira. As madeiras roliças devem ser utilizadas nas condições de meio seca ou seca ao ar.

e. Madeira falquejada: é obtida diretamente do tronco pela retirada da casca através de um machado, sendo a madeira assim preparada remetida para o desdobramento em serrarias.

f. Madeira serrada : é o produto estrutural de madeira mais comum entre nós. O tronco é cortado nas serrarias, em dimensões padronizadas para o comércio, passando depois por um período de secagem.

4. CORTE

a. As árvores devem ser abatidas, de preferência ao atingir a maturidade, ocasião em que o cerne ocupa a maior percentagem do tronco, resultando então madeira de melhor qualidade. O período de tempo necessário para que a árvore atinja maturidade varia entre cinqüenta e cem anos, conforme a espécie.

b. A melhor época para o abate é a estação seca, quando o tronco tem pouca umidade. O desdobramento do tronco em peças deve fazer-se o mais cedo possível após o corte da árvore, a fim de evitar defeitos decorrentes da secagem da madeira. Se a árvore for cortada na estação chuvosa, deixam-se secar as toras durante algum tempo, para reduzir o excesso de umidade.

5. **PROCESSOS DE PRESERVAÇÃO DA MADEIRA**

a. Se não pudermos controlar a temperatura e umidad e, não poderemos garantir a durabilidade da madeira. Por isso procuramos garantir a durabilidade da madeira por meio de tóxicos que destroem os cogumelos porventura existentes e impedem a sua contaminação posterior.

b. Processos de preservação

1) Pintura com substâncias tóxicas, creosoto, alcat rão, etc.

2) Imersão em agentes tóxicos, neste caso o preservativo mais usado é o bicloreto de mercúrio (solução 1%).

3) Impregnação: por pressão em auto-claves e a subs tância mais empregada é o creosoto.

4) Carbonização: este processo é muito antigo. Emprega-se nas peças que devem ficar enterradas, como postes prumos de telheiros, estacas, etc. Consiste em carbonizar (queimar) superficialmente a parte da peça que vai ser enterrada. Destroem-se assim, os organismos e forma-se uma camada contínua de proteção.

AÇO

AÇO DE CONSTRUÇÃO

1. **GENERALIDADES**

a. O aço é o mais importante dos produtos siderúrgicos. É o produto do refinamento do minério de ferro e sucata, junto com outros agentes como coque e oxigênio, em altos fornos que produzem grandes massas de ferro chamado “gusa”.

b. Aço para concreto armado: As barras de aço para utilização em concreto armado possuem nervuras transversais, verticais ou inclinadas para melhorar as condições de aderência entre o aço e o concreto.

c. Os aços empregados no concreto armado recebem sua nomenclatura em função da tensão de escoamento, em Kg/mm² . Assim, os aços co m que lidamos são os CA-25, CA-32, CA-40, CA-50 e CA-60, com tensões de escoamento mínimas iguais a 25,32 ..., 60 Kg/mm².

d. Bitolas comerciais - as barras utilizadas como armadura de peça em concreto armado são, normalmente, fornecidas em comprimentos situados entre 10 e 12m, com bitolas padronizadas, em mm, de acordo com a Tab 11-1.

(mm)	5	6,3	8	10	12,5	16	20	22,5	25	32
A (cm²)	0,196	0,312	0,503	0,785	1,23	2,01	3,14	3,87	4,91	8,04

Tab 11-1

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- ABNT. NBR 7208 - Materiais betuminosos para emprego em pavimentação. ABNT, Rio de Janeiro, 1990;
- ALMEIDA, ANJOS. Revista impermeabilizar 02/93. p 36-8;
- PICADA, D.S, LOPES, J.A. Rochas Sedimentares – Apostila de Geologia Aplicada à Engenharia. Porto Alegre, 1971;
- PICCHI, F.A. Impermeabilização de coberturas. PINI, São Paulo, 1986;
- ABNT. NBR 8083 - Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1983;
- PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;
- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;
- ABNT. NBR 9910 – Asfaltos oxidados para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1987;

ASSUNTO 4.5
SEGURANÇA DO TRABALHO

1. **NORMAS REGULAMENTADORAS**

Com o passar dos tempos a rotina de trabalho juntamente com o crescimento constante de produção para um mundo cada vez mais á vido de necessidades levou o trabalho às situações perigosas e insalubres.

Com intuito de proteger os trabalhadores dos males causados pelos perigos de certos trabalhos a União, institui as NORMAS REGULADORAS (NR).

Existem, até a presente data, 30 (trinta) Normas Reguladoras, cada qual com uma área de prioridade e atuação. Para nosso estudo e para futura utilização nos diversos trechos iremos nos ater na NR 5 e 18.

"NR 5 - COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES - CIPA: ESTABELECE A OBRIGATORIEDADE DAS EMPRESAS PÚBLICAS E PRIVADAS ORGANIZAREM E MANTEREM EM FUNCIONAMENTO, POR ESTABELECIMENTO, UMA COMISSÃO CONSTITUÍDA EXCLUSIVAMENTE POR EMPREGADOS COM O OBJETIVO DE PREVENIR INFORTÚNIOS LABORAIS, ATRAVÉS DA APRESENTAÇÃO DE SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES AO EMPREGADOR PARA QUE MELHORE AS CONDIÇÕES DE TRABALHO, ELIMINANDO AS POSSÍVEIS CAUS AS DE ACIDENTES DO TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAIS. A FUNDAMENTAÇÃO LEGAL, ORDINÁRIA E ESPECÍFICA, QUE DÁ EMBASAMENTO JURÍDICO À EXISTÊNCIA DESTA NR, SÃO OS ARTIGOS 163 A 165 DA CLT"

"NR 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA I NDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: ESTABELECE DIRETRIZES DE ORDEM ADMINIST RATIVA, DE PLANEJAMENTO DE ORGANIZAÇÃO, QUE OBJETIVEM A IMPLEM ENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE E SISTEMAS PREVENTIVOS DE SEGURANÇA NOS PROCESSOS, NAS CONDIÇÕES E NO MEIO AMBIENTE DE TRAB ALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. A FUNDAMENTAÇÃO LEGA L, ORDINÁRIA E ESPECÍFICA, QUE DÁ EMBASAMENTO JURÍDICO À EXISTÊNCIA DESTA NR, É O ARTIGO 200 INCISO I DA CLT."

2. **NORMA REGULAMENTADORA 5 (NR 5) - COMISSÃO INTERN A DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES (CIPA)**

Dentre as diversas normas regulamentadoras a "NR 5" cria a **COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES (CIPA)** que tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador.

Devem constituir CIPA, por estabelecimento, e mantê -la em regular funcionamento as empresas privadas, públicas, sociedades de economia mista, órgãos da administração direta e indireta, instituições beneficentes, associações recreativas, cooperativas, bem como outras instituições que admitam trabalhadores como empregados.

A CIPA terá, entre outras, as seguintes atribuições :

a. Identificar os riscos do processo de trabalho, e elaborar o mapa de riscos, com a participação do maior número de trabalhadores, com assessoria do SESMT (SERVIÇO ESPECIALIZADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – NR 4) , onde houver;

b. Elaborar plano de trabalho que possibilite a ação preventiva na solução de problemas de segurança e saúde no trabalho;

c. Participar da implementação e do controle da qualidade das medidas de prevenção necessárias, bem como da avaliação das pr ioridades de ação nos locais de trabalho;

d. Realizar, periodicamente, verificações nos ambientes e condições de trabalho visando a identificação de situações que venham a t razer riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores;

e. Realizar, a cada reunião, avaliação do cumprimen to das metas fixadas em seu plano de trabalho e discutir as situações de risco que foram identificadas;

f. Divulgar aos trabalhadores informações relativas à segurança e saúde no trabalho; g. Requerer ao SESMT, quando houver, ou ao empregador, a paralisação de máquina ou setor onde considere haver risco grave e iminente à segurança e saúde dos trabalhadores;

h. Participar, em conjunto com o SESMT, onde houver, ou com o empregador, da análise das causas das doenças e acidentes de trabalho e propor medidas de solução dos problemas identificados;

i. Requisitar ao empregador e analisar as informações sobre questões que tenham interferido na segurança e saúde dos trabalhadores;

j. Promover, anualmente, em conjunto com o SESMT, onde houver, a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho – SIPAT;

l. Participar, anualmente, em conjunto com a empresa, de Campanhas de Prevenção da AIDS.

3. NORMA REGULAMENTADORA 18 (NR 18) - CONDIÇÕES E M EIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivem a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança, nas condições e no meio ambiente de trabalho nos trabalhos da construção civil em todo território nacional.

a. Equipamento de Proteção Individual (EPI)

Os EPI´s são equipamentos de uso obrigatório que visam permitir não ocorrer acidentes de trabalho, ou que se, caso ocorra, minimize ao máximo os danos causados aos trabalhadores.

Abaixo, estão listados os principais itens de EPI d isponíveis no mercado, além de informações e descrições importantes para assegurar a sua identificação e o uso:

1) **Luvas** - Um dos equipamentos de proteção mais importantes, pois protege as partes do corpo com maior risco de exposição: as mã os.

Existem vários tipos de luvas no mercado e a utiliz ação deve ser de acordo com o tipo de formulação do produto a ser manuseado.

A luva deve ser impermeável ao produto químico. Pro dutos que contêm solventes orgânicos, como por exemplo, os concentra dos emulsionáveis, devem ser manipulados com luvas de BORRACHA NITRÍLICA ou NEOPRENE, pois estes materiais são impermeáveis aos solventes orgânicos. Luvas de LÁTEX ou de PVC podem ser usadas para produtos sólidos ou formulações que não contenham solventes orgânicos.

De modo geral, recomenda-se a aquisição das luvas de "borracha NITRILICA ou NEOPRENE", materiais que podem ser utilizados com qualquer tipo de formulação.

Existem vários tamanhos e especificações de luvas n o mercado. O usuário deve certificar-se sobre o tamanho ideal para a sua mão, utilizando as tabelas existentes na embalagem.

2) **Respiradores -** Geralmente chamados de máscaras, os respiradores tê m o objetivo de evitar a inalação de vapores orgânicos, névoas ou finas partículas tóxicas através das vias respiratórias.

Existem basicamente dois tipos de respiradores: sem manutenção (chamados de descartáveis) que possuem uma vida útil relativa mente curta e recebem a sigla PFF (Peça Facial Filtrante), e os de baixa manutenção que possuem filtros especiais para reposição, normalmente mais duráveis.

Os respiradores mais utilizados nas aplicações de produtos fitossanitários são os que possuem filtros P2 ou P3. Para maiores informações consulte o fabricante.

Os respiradores são equipamentos importantes mas qu e podem ser dispensados em algumas situações, quando não há pre sença de névoas, vapores ou partículas no ar, por exemplo:

a) aplicação tratorizada de produtos granulados incorporados ao solo;
b) pulverização com tratores equipados com cabines climatizadas.

Os respiradores devem estar sempre limpos, higienizados e os seus filtros jamais devem estar saturados.

Antes do uso de qualquer tipo de respirador, o usuá rio deve estar barbeado, além de realizar um teste de ajuste de vedação, para evitar falha na selagem.

Quando estiverem saturados, os filtros devem ser substituídos ou descartados.

É importante notar que, se utilizados de forma inadequada, os respiradores tornam-se desconfortáveis e podem transformar-se nu ma verdadeira fonte de contaminação.

O armazenamento deve ser em local seco e limpo, de preferência dentro de um saco plástico.

3) **Viseira Facial -** Protege os olhos e o rosto contra respingos durante o manuseio e a aplicação.

A viseira deve ter a maior transparência possível e não distorcer as imagens. Deve ser revestida com viés para evitar corte. O suporte deve permitir que a viseira não fique em contato com o rosto do trabalhador e embace. A viseira deve proporcionar conforto ao usuário e permitir o uso simultâneo do respirador, quando for necessário.

Quando não houver a presença ou emissão de vapores ou partículas no ar o uso da viseira com o boné árabe pode dispensar o us o do respirador, aumentando o conforto do trabalhador.

Existem algumas recomendações de uso de óculos de segurança para proteção dos olhos. A substituição dos óculos pela viseira protege não somente os olhos do aplicador, mas também o rosto.

4) **Jaleco e Calça Hidro-Repelentes** - São confeccionados em tecido de algodão tratado para se tornarem hidro-repelentes, são apro priados para proteger o corpo dos respingos do produto formulado e não para conter ex posições extremamente acentuadas ou jatos dirigidos. É fundamental que jatos não sejam dirigidos propositadamente à vestimenta e que o trabalhador mantenha-se limpo durante a aplicação.

Os tecidos de algodão com tratamento hidro-repelent e ajudam a evitar o molhamento e a passagem do produto tóxico para o interior da roupa, sem impedir a transpiração, tornando o equipamento confortável.

Estes podem resistir até 30 lavagens, se manuseados de forma correta. Os tecidos devem ser preferencialmente claros, para reduzir a absorção de calor e ser de fácil lavagem, para permitir a sua reutilização.

Há calças com reforço adicional nas pernas, que podem ser usadas nas aplicações onde exista alta exposição do aplicador à calda do produto (pulverização com equipamento manual, por exemplo).

5) **Jaleco e Calça em Não-Tecido** - São vestimentas de segurança confeccionados em não-tecido (tipo Tyvek/Tychem QC) . Existem vários tipos de não-tecidos e a diferença entre eles se dá pelo nível de proteção que oferecem.

Além da hidro-repelência, oferecem impermeabilidade e maior resistência mecânica à névoas e às partículas sólidas.

O uso de roupas de algodão por baixo da vestimenta melhoram sua performance, com maior absorção do suor, melhorando o conforto ao trabalhador com relação ao calor.

As vestimentas confeccionadas em não-tecido têm dur abilidade limitada e não devem ser utilizadas quando danificadas.

As vestimentas de não-tecido não devem ser passadas a ferro, não são a prova ou retardantes de chamas, podem criar eletricidade estática e não devem ser usadas próximo ao calor, fogo, faíscas ou em ambiente potencialmente inflamável ou explosivo, pois se auto-consumirão.

As vestimentas em não-tecido devem ser destruídas e m incineradores profissionais para não causarem danos ao ambiente.

6) **Boné árabe** Confeccionado**-** em tecido de algodão tratado para to rnar-se hidro-repelente. Protege o couro cabeludo e o pescoço de respingos e do sol.

7) **Capuz ou Touca** - Peça integrante de jalecos ou macacões, podendo ser em tecidos de algodão tratado para tornar-se hidro- repelente ou em não-tecido. Substituem o boné árabe na proteção do couro cabelu do e pescoço.

8) **Avental -** Produzido com material resistente a solventes orgân icos (PVC, bagum, tecido emborrachado aluminizado, nylon resinado ou não-tecidos), aumenta a proteção do aplicador contra respingos de produtos concentrados durante a preparação da calda ou de eventuais vazamentos de equipamentos de aplicação costal.

9) **Botas** - Devem ser impermeáveis, preferencialmente de can o alto e resistentes aos solventes orgânicos, por exemplo, PVC. Sua funç ão é a proteção dos pés.

10) **Abafadores de Ouvido** – Tem a finalidade de minimizar os riscos causados por excesso de ruídos em ambiente fechado ou por causa de ferramentas com alto índice de ruído.

b. Risco x Exposição x Operação

Os EPI não foram desenvolvidos para substituir os d emais cuidados na aplicação e sim para complementá-los, evitando-se a exposição. Para reduzir os riscos de contaminação, as operações de manuseio e aplicação devem ser realizadas com cuidado, para evitar ao máximo a exposição.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

a. BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);

b. PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;

- INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO - IBP. Informações básicas sobre materiais asfálticos. 4 ed. rev. Rio de Janeiro, IBP/Comissão de Asfalto, 1990;

- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

ASSUNTO 4.6
APROPRIAÇÃO

A Apropriação é o conjunto de operações que tem por finalidade averiguar as quantidades de trabalhos executados; determinar o custo total, parcial e unitário dos serviços; registrar o andamento dos serviços; permitir a obtenção de dados para uma real programação futura de trabalhos.

1) CONSIDERAÇÕES GERAIS

A obtenção de dados pela apropriação deverá atender as seguintes condições básicas:

Deve-se ater a dados reais, não é admissível falseá-los com o objetivo de se chegar a qualquer resultado pré-fixado;

Dados simples e necessários não exigindo pessoal especializado na sua obtenção e restringindo apenas aos dados indispensáveis; e

Dados coerentes permitindo um cotejo e comparação com a programação.

2) ORGANIZAÇÃO DO SERVIÇO DE APROPRIAÇÃO

O serviço de apropriação comportará da seguinte for ma:

Órgão Central de Apropriação (OCA) - Tem por fin alidade básica a confecção de documentos finais de apropriação e análise dos seus resultados. Cabe ao OCA a coleta de dados de todas as dependências da unidade (fisca lização administrativa, almoxarifado, serviço de pessoal, serviço de transporte, seção técnica, oficinas de manutenção, etc.)

Divisões - São órgãos encarregados da execução d e obras, subordinados diretamente ao comando ou chefia da OM.

As divisões geralmente terão uma seção de apropriaç ão, encarregada pela coleta de dados das subdivisões; análise e confecção de docum entos; terá também apropriadores, encarregados de apropriação dos serviços não apropriados pelas sub-divisões.

Subdivisões - São órgãos subordinados às divisões, podendo ou n ão existir, em função da organização da OM.

Nas subdivisões deverá existir uma subseção de apro priação e apropriadores, com atribuições idênticas às previstas nas divisões.

Apropriadores - São os elementos destinados à co leta de dados mais elementares.

3) DOCUMENTOS UTILIZADOS NA APROPRIAÇÃO

Os documentos de apropriação serão confeccionados d entro dos preceitos fixados pelo OCA, sendo determinados documentos, privativos dos apropriadores, sub-divisões, divisões e do próprio OCA. São eles:

a. Talão de serviços;
b. Talão de viatura;
c. Talão de máquina;
d. Mapa diário do fornecimento de combustível e lub rificantes;
e. Resumo mensal do material de consumo (comprado e preparado); f. Resumo mensal de trabalho e seus custos; g. Mapa de combustíveis e lubrificantes;
h. Serviços e despesas não apropriados;
i. Relação de despesas com viaturas e máquinas, dur ante o mês; e j. Gráfico de chuvas.

Os relatórios de apropriação, (EXEMPLO ANEXO A), serão remetido ao OCA, conforme o dia e a hora marcados por cada OM, juntamente com o resumo mensal de material de consumo e serviços e despesas não apropriadas.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

1 ABNT. NBR 8083 - Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1983;

2 PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;

- INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO - IBP. Informações básicas sobre materiais asfálticos. 4 ed. rev. Rio de Janeiro, IBP/Comissão de Asfalto, 1990;

1. ABNT. NBR 9575 - Elaboração de projetos para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;

2. PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

ASSUNTO 4.7
PEDREIRA E BRITADOR

1. TRABALHOS REALIZADOS EM UMA PEDREIRA

O britador ou usina de britagem é um dos grandes fatores que permite as OM minimizar os custos de um obra por ser capaz de produzir e fornecer seu próprio insumo.

Entre estes insumos destacamos: Pó de Brita, Brita 0, Brita 1, Brita 2, Brita 3, Pedra Lastro, Pedra de Mão e Pedra Lascão, entre outras.

Normalmente, o trabalho de um britador é complexo e diversificado. Complexo porque são necessários a utilização de várias viaturas e e quipamentos especializados e diversificado porque todos os insumos podem ser produzidos ao mesmo tempos graças aos sistemas de esteiras e peneira existentes na usina.

São os seguintes, os trabalhos realizados em uma pe dreira:

a. Fogo Principal – É a operação de extração da pedra, e é executada por bancadas com a utilização de explosivos. Como resultado do lançamento do fogo principal surgem muitos "MATACÕES", ou seja, pedaços grandes de pedr a, que se fossem levados para o britador não passariam pela entrada, e teriam que s er partidos a marretadas pelos marroeiros.

b. Fogacho – É a operação de redução dos matacões a pedaços menores, com a utilização de explosivos, introduzidos em furos feitos na pedra.

c. João de Barro – É a operação de redução de matacões colocando-se o explosivo em reentrâncias da pedra e utilizando-se enchimento de barro.

d. Transporte – É de costume fazerem-se montes (3 a4 normalmente) para facilitar o trabalho da carregadeira. Feito o carregamento, o material é transportado para o britador. e. Limpeza da Praça da Pedreira – Antes de executar-se o fogo principal, toda a área é limpa, removendo-se as pedras que estiverem espalhadas por ela.

2. TIPOS DE BRITADORES

Muitos fatores influenciam na seleção dos equipamentos de britagem de uma instalação. O tamanho do britador é, até certo ponto, determinado pelas características do material a ser britado e pelo produto final desejado.

Os britadores de mandíbula são os mais comumente ut ilizados como primários, devido, principalmente, a seu custo inicial mais baixo, em comparação com outros tipos. Os tipos de britadores existentes são:

a. Britadores de mandíbula (um eixo) – É o mais comum dos britadores, seu funcionamento é relativamente simples. O eixo excên trico provoca um movimento que aproxima a parte superior da mandíbula móvel, da fixa ao mesmo tempo que ela se move para baixo numa trajetória elíptica.

Esta operação esmaga o material e a força para baixo. No movimento seguinte, a parte inferior da mandíbula móvel é que se aproxima da fixa, enquanto o eixo excêntrico completa o giro. A abanadeira serve de braço de alavanca para este movimento.

b. Britador de dois eixos tipo BLAKE (dois eixos) – Seu nome deve-se a Ely Whitney Blake que o inventou em meados do século XIX. É umtipo de britador mais lento e mais pesado, sendo usado para a produção de material abrasivo, devido ao fato de proporcionar desgaste da mandíbula menos acentuado, além de sua maior estabilidade dinâmica. Sua aplicação é economicamente viável par a longos prazos previstos de funcionamento, tempo em que a economia em mandíbulas e cunhas laterais compensa o elevado custo inicial. Neste britador, o eixo excên trico é montado num pêndulo a parte, o qual tem um movimento idêntico ao do queixo de um b ritador e um eixo. O queixo

propriamente dito, executa apenas um movimento de vai e vem, pelas ligações das abanadeiras ao pêndulo.

c. Britadores rotativos – Ainda que se utilize de britadores de mandíbulas, no segundo estágio de britagem não é comum sua utiliza ção. Quando se necessidade de uma rebritagem mais rigorosa, um dos recursos é a utilização de um rebritador rotativo. O seu sistema de funcionamento é constituído de duas mandíbulas fixas e um rotor montado em eixo excêntrico. Eles podem trabalhar em circuit o aberto ou fechado, dependendo das especificações exigidas. A regulagem é efetuada tanto nos afastamentos das mandíbulas como na velocidade de operação. A capacidade de cada tipo é fornecida pelo respectivo fabricante, constante das especificações técnicas. A produção horária, conforme o tipo, situa-se de 5 à 250 m^3.

d. Britadores de rolo – Em última análise, é uma va riante do britador rotativo. Seu emprego é mais indicado quando se deseja uma maior quantidade de finos e quando se trabalha em circuito fechado, por exigência das esp ecificações. Constitui-se de dois cilindros de aço, que giram em sentido contrário, sendo que um deles é suportado por mancais reguláveis, e outro por mancais fixos. A re gulagem é conseguida através da variação da abertura entre os rolos e da variação da velocidade. Existem modelos para a produção de 1 até 70 m^3/h.

e. Britadores de cone – É um dos últimos lançamentos dos fabricantes, e destina-se também a ser usado no estágio intermediário e final de um sistema de britagem. Segundo especificações das fábricas, ele se destina a produ ção de brita onde é exigido grande rigor na curva granulométrica. Se usado em circuito aberto a produção de finos é menor.

- constituída de uma carcaça cônica intermitente, eum rotor cônico e excêntrico. A regulagem é feita variando-se o afastamento entre o cone e a carcaça. A sua produção abrange de 15 a 150 m^3/h.

3. REGRAS DE MANUTENÇÃO DE BRITADORES

A operação de um conjunto de britagem não oferece n enhuma dificuldade. Basta que sejam observadas algumas regras básicas para se obt er produtividade eficiente, a um custo operacional aceitável.

Como o conjunto de britagem trabalha normalmente em condições adversas, sob muito pó, deve ser realizada uma manutenção rigorosa, através de uma equipe especialmente treinada. Os cuidados devem abranger não só a lubrificação periódica, como também a verificação e troca de filtros, rolamentos, peneiras e demais elementos sujeitos ao desgaste elevado. A previsão de uma lavagem geral é de uma vez por semana, e a manutenção quinzenal permite detectar e sanar pequenas avarias. Sem esta prática pode ocasionar grandes prejuízos em tempo e dinheiro.

Para a realização da manutenção específica de cada marca de britador, é necessário recorrer ao seus manuais de manutenção específicos de cada marca de britador que são fornecidos juntamente com cada tipo, marca, modelo e outras especificações de cada unidade.

A seguir são dados os principais trabalhos de manut enção de um britador de mandíbula, para servir como exemplo:

a. Lubrificação dos Rolamentos e Labirintos - São d ispostos dois rolamentos no queixo (ou pêndulo) e dois na carcaça, todos eles auto-compensadores de rolos. Um sistema de labirintos, sempre cheios de graxa os protege da entrada de poeira. A lubrificação é feita por meio de graxeiras. É importante limpá-las bem, como também a ponta do injetor, antes de proceder a lubrificação.

b. Intervalos de Lubrificação - As máquinas devem s er lubrificadas uma vez por semana se trabalharem a um regime de 8 a 10 horas diárias. Para jornadas de trabalho mais intensas lubrifica-se com maior freqüência.

c. Remoção de Graxa Velha - A graxa tende a se acumular dentro do queixo devido a sucessivas lubrificações. O queixo deve ser lavado a cada dois ou três anos de serviço. Para efetuar essa operação, eleva-se o tampão super ior do queixo, enchendo-o com óleo diesel. Põe-se a máquina em funcionamento em vazio durante algum tempo, abre-se o tampão inferior de dreno e, novamente aciona-se o b ritador em vazio até que tenha saído todo o óleo. A operação deve ser repetida até que o óleo saia razoavelmente limpo. NUNCA USE QUEROSENE.

d. Máquina Fora de Serviço - Se o britador ficar parado por algum tempo deve-se verificar se tanto os rolamentos como os labirintos estão bem cheios de graxa e, de vez em quando acionar a máquina em vazio para evitar a oxidação das peças.

e. Rolamentos Desmontados - Quando os rolamentos forem desmontados, devem ser muito bem protegidos. Recomenda-se mergulhá-los com 115° a 120°C. Retirando os rolamentos, deve-se revesti-los com tiras de algodã o embebidas previamente em óleo anti-corrosivo, embrulhá-los em papel parafinado.

f. Misturas de Lubrificantes - A mistura de dois tipos de graxa de procedências diferentes deve ser evitada, pois a consistência fi nal fica alterada, geralmente para mais leve, o que faz com que o lubrificante escorra para fora da caixa. Por isso a graxa velha deve ser removida, na medida do possível, antes do uso de outra marca de lubrificante.

g. Lubrificação das Calhas - as calhas devem ser lubrificadas colocando-se sobre as extremidades das abanadeiras, estopas de proteção que deverão ser obtidas diariamente em óleo usado.

h. Outros cuidados na operação

- Manter as molas com a tensão correta;
- As mandíbulas e as cunhas laterais deverão estar bem fixas de modo a não permitir movimentos entre elas e as peças em que se apóiam durante o trabalho;
- Os vértices dos dentes de uma mandíbula devem trabalhar na direção do fundo do vão entre os dentes da outra mandíbula;
- A cunha e a contra-cunha deverão estar sempre pa ralelas entre si e em relação a carcaça, sem quaisquer folgas;
- Use sempre abanadeiras adequadas para a abertura de saídas adequadas;
- Verificar se a abanadeira não esta esbarrando na carcaça e, se isso ocorrer ou a calha utilizada é aberta ao invés de fechada, ou a abanadeira está montada na borda da contra-cunha devido ao mau aperto das molas;
- Observar para que os rolamentos não se aqueçam em demasia, e que não produzam ruído. Admite-se, estando a máquina expost a ao sol forte, a temperatura de 120° C nos mancais;
- Os volantes devem estar bem fixos ao eixo;
- Verificar se a chaveta permanece bem ajustada às paredes laterais de seu alojamento;
- As correias em “V” devem estar montadas e esticadas conforme normas do fabricante. O número de correias, bem como o tipo, deve estar de acordo com as especificações;
- Observar rigorosamente as aberturas máximas e m ínimas das máquinas. A desobediência a estas especificações pode causar sé rios danos ao britador; e
- Cuidado com o pedaço de ferro, madeira, aço e qualquer material não britável. se esses materiais caírem dentro da máqui na poderão danificá-lo seriamente.

d. **CICLO DE ALIMENTAÇÃO ADEQUADA**

de todo conveniente um planejamento rigoroso do rabalhot da pedreira de modo a assegurar uma alimentação contínua e eficiente do britador.

São essenciais desses planejamentos os seguintes it ens:

a. Plano de Fogo - Que determinará as dimensões e o volume total de rochas extraídas;

b. Sistemas de Carregamento e Transporte - Que determinarão o fluxo de material da pedreira ao britador;

c. Previsão de Unidades Reservas - De capital impor tância para a continuação dos serviços principalmente se o material utilizado já tiver comprometido mais da metade da vida útil;

d. Controle da Produção e Qualidade – Devem ser efetuados diariamente com o objetivo de perceber pequenas falhas tanto na granulometria como na produção que, se não removidas de imediato, ocasionam grandes transt ornos e prejuízos.

e. **ORGANIZAÇÃO DE UMA PEDREIRA**

O consumo de pedra britada aumenta de ano em ano. O progresso exige novas estradas, edifícios, barragens, e virtualmente todas estas construções dependem de pedra.

A britagem encontra seu primeiro grande problema num elemento imprevisível: a própria pedra ou minério que será britado.

Cada pedreira apresenta características diferentes como a variedade das formas, tipos e dureza dos materiais, variando do calcário brando ao granito, da canga a ematita compacta.

Os testes do material a ser britado são, geralmente , feitos em laboratório, onde se obtém dados sobre dureza, abrasividade e granulometria dos mesmos.

Estes três fatores tem grande importância sobre o c usto econômico e produção da instalação de britagem.

Com referência a construção de estradas, além do pr oblema mencionado, encontramos mais dificuldade para executar os testes de laboratório, ou seja, conseguir amostras reais de pedra que será britada. Geralmente serão usadas pedreiras inexploradas ao longo da futura estrada, ora cobertas de terra ou mato, ora por material de qualidade inferior, inaceitável na pavimentação. Neste caso, somente um a sondagem mais profunda apresentaria amostras.

No tocante às ferrovias, interessa-nos o aspecto de obtenção do material para o lastro, principalmente brita.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- ALMEIDA, ANJOS. Revista impermeabilizar 02/93. p 36-8;
- PICADA, D.S, LOPES, J.A. Rochas Sedimentares – Apostila de Geologia Aplicada à Engenharia. Porto Alegre, 1971;
- ABNT. NBR 8083 - Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1983;
- PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;
- ASFALTOS VITÓRIA. Catálogo de Produtos, 1994;
- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

ASSUNTO 4.8
USINA DE ASFALTO

a. AGREGADO

1) Os agregados somente são aceitos após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao livro de ocorrências da obra.

2) Seguir as mesmas recomendações constantes no item agregado do assunto TSD.

b. CIMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO POR POLÍMERO

1) Instalar os depósitos afastados de depósitos decursos d'água.

2) Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

3) Recuperar a área afetada pelas operações de cons trução/execução, mediante a remoção da usina e dos depósitos e dos depósitos ea limpeza dos canteiros de obra.

c. QUANTO À INSTALAÇÃO DE USINAS DE ASFALTO:

1) Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distancia inferior a 200 metros, medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas e outras construções comun itárias.

2) Definir no projeto executivo, áreas para as inst alações industriais, de maneira tal, que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambient e.

3) Atribuir a executante, responsabilidade pela obtenção das licenças ambientais, assim como, manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas especificações.

d. QUANTO À OPERAÇÃO DE USINAS DE ASFALTO:

1) Instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões e stabelecidos nas legislações vigentes.

2) Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés, que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambien tal.

3) Dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas dura nte a operação de carregamento.

4) Enclausurar a correia transportadora de agregados frios.

5) Dotar o misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias de sistema de exaustão de conexão ao sistema de contro le de poluição de ar, para evitar a emissão de vapores e partículas para a atmosfera.

6) Fechar os silos de estocagem de massa asfáltica.

7) Dotar os silos de estocagem de filer de sistema próprio de filtragem a seco.

8) Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.

9) Manter em boas condições de operação todos os eq uipamentos de processo e de controle.

10) Dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições.

11) Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

ANEXO A

MODELO DE PLANO DE TRABALHO

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEC - DOC
11º BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO (2º BFv / 1938) - BATALHÃO MAUÁ

PLANO DE TRABALHO

(02 001 05 05 87 01)

OBRA: CONSERVAÇÃO DA BR-381/MG, Km 336,00 ao Km 446,00

ÓRGÃO FINANCIADOR: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT)

INSTRUMENTO LEGAL:

DOTAÇÃO (Ref. Set 04): R$ 2.226.215,98

ATUALIZAÇÃO (De: Para:): R$

VALOR DO PTRAB (Ref. Set 04): R$ 2.226.215,98

APROVAÇÃO EM BOLETIM INTERNO:

MODELO DE PLANO DE TRABALHO

OM EXECUTORA : 11º B E Cnst	DOCUMENTO: 1
ÓRGÃO FINANCIADOR : DNIT	FOLHA: 1/1

P L A N O D E T R A B A L H O
(02 001 05 05 87 01)

1 - DADOS CADASTRAIS

Órgão / Entidade Proponente 11º BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO			C. G. C. 00.394.45 2/0041-92	
Endereço R. Professora Lourdes Naves, 750				
Cidade ARAGUARI	U F MG	C E P 38440-000	DDD / Telefone (0XX34)3690-5051	E A FEDERAL
Conta Corrente 170500-8	Banco BANCO DO BRASIL	Agência 4201-3	Código Identificador de Depósito	
Nome do Responsável MARCIO VELLOSO GUIMARÃES				C. P. F. 569.159.507-53
C. I. / Órgão Expedidor 017.879.392-3 MEx	Cargo Tenente Coronel	Função Ordenador de Despesas		Matricula
Endereço R. Professora Lourdes Naves, 520				C E P 38.444-900

2 - OUTROS PARTÍCIPES

Nome	CGC/CPF	E A
Endereço		C E P

3. DESCRIÇÃO DO PROJETO

Titulo do Projeto Serviço de Engenharia	Período de Execução Início:	Término:
	Após liberação de recursos	305 dias após liberação de recursos
Identificação do Objeto Conservação da BR-381/MG, Km 336,00 ao Km 446,00 Justificativa da Proposição Possibilitar ao Exército Brasileiro o adestramento de seus quadros, mantendo em nível elevado a capacitação operacional na área de engenharia de construção, em forma permanentemente ajustada à Doutrina Militar Terrestre, para atuar eficazmente.		

MODELO DE PLANO DE TRABALHO

OM EXECUTORA : 11º B E Cnst DOCUMENTO : 2
ÓRGÃO FINANCIADOR : DNIT FOLHA : 1/1

P L A N O D E T R A B A L H O
(02 001 05 05 87 01)

4 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO (Meta, Etapa ou Fase)

eta	Etapa Fase	Especificação	Indicador físico		Duração	
			Unidade	Quantidade	Início	Término
		Rec.do rev.com mistura betuminosa a quente	m3	1.000,00	3º mês	7º mês
		Enrocamento de pedra jogada	m3	250,00	3º mês	6º mês
		Tapa buraco	m3	420,00	1º mês	7 mês
		Limpeza de sarjeta e meio fio	m	153.020,00	3º mês	7º mês
		Remoção mecanizada de barreira - solo	m3	5.000,00	3º mês	7º mês
		Roçada manual	há	16,40	1º mês	2º mês
		Transporte local basc. 5m3 em rodov. pav.	tkm	457.700,71	1º mês	7º mês
		CAP-20 para MBUQ	m3	1.554,81	1º mês	7º mês
		Recomposição mecanizada de aterro	m3	50.000,00	3º mês	10º mês

5 - PLANO DE APLICAÇÃO (R$ 1000,00)

Natureza da Despesa		Total	Concedente	Proponente
Código	Especificação			
449051	- Despesas com obras e instalações	2.226,21598	2.226,21598	
	TOTAL GERAL	2.226,21598	2.226,21598	

MODELO DE PLANO DE TRABALHO

OM EXECUTORA : 11º B E Cnst DOCUMENTO : 3
ÓRGÃO FINANCIADOR : DNIT FOLHA : 1/1

P L A N O D E T R A B A L H O
(02 001 05 05 87 01)

6. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO (R$ 1000,00)

Concedente

META	1º Mês	2º Mês	3º Mês	4º Mês	5º Mês	6º Mês
01	2.226,21598					

META	7º mês	8º mês	9º mês	10º mês		
01						

Proponente

META	1º Mês	2º Mês	3º Mês	4º Mês	5º Mês	6º Mês
01						

META	7º mês	8º mês	9º mês	10º mês		
01						

7. DECLARAÇÃO

Na qualidade de representante legal do proponente, declaro, para fins de prova junto ao DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE, para os efeitos e sob as penas da lei, inexiste qualquer débito em mora ou situação de inadimplência com o Tesouro Nacional ou qualquer Órgão ou entidade da Administração Públ ica Federal, que impeça a transferência de recursos oriundos de dotações consignadas nos orçamentos da União, na forma deste Plano de Trabalho.

Pede Deferimento,

. . . . . , ... / . . . . . / . . . . . .

_____
ANTIGOSSAURO DA SILVA - Ten Cel
Comandante do 11º BECnst

APROVAÇÃO PELO CONCEDENTE

Aprovado

_____
Local e Data

_____
CHATUS GALÁXIUS
Coordenador da 6ª UNIT

MODELO DE PLANO DE TRABALHO

OM EXECUTORA : 11º B E Cnst DOCUMENTO : 4
ÓRGÃO FINANCIADOR : DNIT FOLHA : 1/1

P L A N O D E T R A B A L H O
(02 001 05 05 87 01)

ORÇAMENTO DA OBRA PREÇOS REFERENTES A: 01 / Set / 2004

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNIT. (R$)	VALOR TOTAL (R$)
3 S 02 200 00	Solo p/ base de remendo profundo	m3	166,136	7,53	1.251,00
3 S 02 400 00	Pintura de ligação	m2	25.000,000	0,10	2.500,00
3 S 02 540 00	Mistura betuminosa usinada a quente	m3	1.554,810	83,22	129.391,29
3 S 02 540 01	Rec.do rev.com mistura betuminosa a quente	m3	1.000,000	17,41	17.410,00
3 S 03 310 00	Concreto ciclópico	m3	5,000	164,20	821,00
3 S 04 000 00	Escavação manual em material de 1a categoria	m3	1.000,000	17,37	17.370,00
3 S 04 001 00	Escavação mecaniz. de vala em mater. de 1a cat.	m3	750,000	3,98	2.985,00
3 S 05 001 00	Enrocamento de pedra jogada	m3	250,000	45,59	11.397,50
3 S 08 100 00	Tapa buraco	m3	420,000	103,31	43.390,20
3 S 08 101 01	Remendo profundo com demolição manual	m3	32,790	120,84	3.962,34
3 S 08 101 02	Remendo profundo com demolição mecanizada	m3	174,880	87,66	15.329,98
3 S 08 109 00	Correção de defeitos com mistura betuminosa	m3	54,650	65,11	3.558,26
3 S 08 300 01	Limpeza de sarjeta e meio fio	m	153.020,000	0,19	29.073,80
3 S 08 301 01	Limpeza de valeta de corte	m	1.573,200	0,29	456,23
3 S 08 301 02	Limpeza de vala de drenagem	m	631,430	1,17	738,77
3 S 08 302 01	Limpeza de bueiro	m3	642,000	6,46	4.147,32
3 S 08 302 02	Desobstrução de bueiro	m3	214,000	18,82	4.027,48
3 S 08 302 04	Assentamento de tubo D=0,80 m	m	30,000	214,33	6.429,90
3 S 08 302 05	Assentamento de tubo D=1,00 m	m	20,000	317,44	6.348,80
3 S 08 400 00	Limpeza de placa de sinalização	m2	500,000	2,83	1.415,00
3 S 08 403 00	Renovação de sinalização horizontal	m2	1.639,500	23,98	39.315,21
3 S 08 500 00	Recomposição manual de aterro	m3	3.000,000	48,07	144.210,00
3 S 08 501 00	Recomposição mecanizada de aterro	m3	50.000,000	14,50	725.000,00
3 S 08 510 00	Remoção manual de barreira em solo	m3	1.200,000	12,00	14.400,00
3 S 08 511 00	Remoção mecanizada de barreira - solo	m3	5.000,000	3,00	15.000,00

3 S 08 900 00	Roçada manual	há	16,395	538,96	8.836,25
3 S 08 900 01	Roçada de capim colonião	há	81,975	1.293,52	106.036,30
3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	há	10,930	174,59	1.908,27
3 S 08 910 00	Capina manual	m2	76.510,000	0,21	16.067,10
3 S 09 002 00	Transporte local basc. 5m3 em rodov. pav.	tkm	457.700,709	0,39	178.503,28
3 S 09 002 03	Transporte local de material para remendos	tkm	78.707,542	0,59	46.437,45
3 S 09 002 41	Transp. local c/ carroceria 4t em rodov. pav.	tkm	3.080,346	0,55	1.694,19
	CAP-20 para MBUQ	m3	1.554,810	204,70	318.269,61
	RR-1C para Pintura de Ligação	m2	25.000,000	0,35	8.750,00
	RR-1C para Tapa Buraco	m3	420,000	9,65	4.053,00
	CM-30 para Remendo Profundo	m3	207,670	9,57	1.987,40
	Transporte de CAP-20 para MBUQ	m3	1.554,810	2,75	4.275,73
	Transporte de RR-1C para Pintura de Ligação	m2	25.000,000	0,01	250,00
	Transporte de RR-1C para Tapa Buraco	m3	420,000	0,17	71,40
	Transporte de CM-30 para Remendo Profundo	m3	207,670	0,09	18,69
E006	Motoniveladora Caterpillar 120G	h	200,000	97,60	19.520,00
E009	Carregadeira de Pneus : Caterpillar : 924F-1,72 m³	h	300,000	80,94	24.282,00
E011	Retroescavadeira: Massey Ferguson MF-86HF	h	200,000	52,93	10.586,00
E408	Caminhão Carroceria : Mecedes Benz 710/37-fixa 4t	h	800,000	44,01	35.208,00
E410	Caminhão Basculante : Mecedes Benz 1215C - 4m³-7,1t	h	800,000	52,89	42.312,00
T501	Encarregado de Turma	h	800,000	10,54	8.432,00
T603	Carpinteiro	h	400,000	7,52	3.008,00
T604	Pedreiro	h	800,000	7,52	6.016,00
T702	Ajudante	h	2.400,000	5,73	13.752,00
-	Instalação de canteiros e acampamentos	vb	1,0000	84.008,15	84.008,15
-	Mobilização e desmobilização de equipamentos	vb	1,0000	42.004,08	42.004,08
TOTAL GERAL.....				**2.226.215,98**	

MODELO DE PLANO DE TRABALHO

DOCUMENTO : 7
FOLHA : 1/1

P L A N O D E T R A B A L H O

DETALHAMENTO DO PLANO DE APLICAÇÃO (R$ 1.000,00)

Natureza da Despesa		**TOTAL**
Código	Especificação	
449014	- Diária de pessoal civil	10,0
449015	- Diária de pessoal militar	10,0
449033	- Passagens e despesas de locomoção	15,0
449051	- Obras e instalações	0,00000
449052	- Equipamento e material permanente	195,00000
	TOTAL GERAL	230,00

Araguari-MG, de junho de 2012

_____

ANTIGOSSAURO DA SILVA - Ten Cel
Cmt 11º BECnst

ANEXO B

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
ESCOLA DE SARGENTOS DAS ARMAS
PREFEITURA MILITAR
SEÇÃO DE ENGENHARIA

Aprovo:

_____
OD da EsSA

PROJETO BÁSICO DE SERVIÇO Nr 009/2012 - Pref Mil / EsSA

LOCAL: ESCOLA DE SARGENTO DAS ARMAS.

SERVIÇO: REFORMA DO PAVILHÃO DO CURSO DE ARTILHARIA DA ESCOLA DE SARGENTOS DAS ARMAS (EsSA) – TRÊS CORAÇÕES – MG.

ÍNDICE GERAL

1) FINALIDADE
2) GENERALIDADES
3) OBJETO
4) PRAZO
5) PROJETOS
6) ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS
   a) SERVIÇOS AUXILIARES E ADMINISTRATIVOS
   b) SERVIÇOS COMPLEMENTARES
   c) SERVIÇOS PRELIMINARES
   d) FUNDAÇÕES

e. INSTALAÇÕES HIDROSSANIÁRIAS / ELÉTRICA / TELEFÔN ICA

PAREDES / PAINÉIS

COBERTURA

ESQUADRIAS

REVESTIMENTO / TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES

PISOS

PINTURAS

MOVIMENTO DE TERRA

g) ANEXOS

a. PLANILHA DE CUSTO Nr 009/2006 (OMITIDO); b.

MODELO DE ORÇAMENTO (OMITIDO);

c. PROJETO DE ARQUITETURA DO PAVILHÃO DO CURSO DE ART ILHARIA (OMITIDO).

1. FINALIDADE

As presentes Especificações Técnicas deste Projeto Básico, visam estabelecer as condições gerais de execução dos serviços necessári os à Reforma do Pavilhão do Curso de Artilharia - EsSA – Três Corações – MG.

2. **GENERALIDADES**

a. Abreviaturas e definições

No texto destas Especificações Técnicas serão usada s as seguintes abreviaturas e definições, além de outras consagradas pelo uso:

4ª RM/4ªDE	-4ª Região Militar/4ªDivisão de Exército
SRO/4	-Serviço Regional de Obras da 4ª RM/4ªDE
DOM	-Diretoria de Obras Militares
FISCALIZAÇÃO	-Atividade sistemática exercida pelo C ONTRATANTE objetivando o cumprimento das disposições contratuais em todos os seus aspectos. Exercida por Engenheiro ou preposto credenciado pelo SRO/4.
CONTRATANTE	-EsSA – Escola de Sargento das Armas
CONTRATADA	-Empresa com a qual for contratada a execução dos Serviços
LICITANTE	-Qualquer das firmas participantes da licitação objeto destas especificações
ABNT	-Associação Brasileira de Normas Técnicas
GEMG	-Governo do Estado de Minas Gerais
Ten	-Tenente

b. Modificação de projeto e especificações

1) **CABE À CONTRATADA ESTUDAR E ANALISAR, DETALHADAM ENTE, AS PRESENTES ESPECIFICAÇÕES, ASSUMINDO A RESPONSABILID ADE SOLIDÁRIA PELA VIABILIDADE TÉCNICA DAS MESMAS. QUAISQUER ALTE RAÇÕES DE**

PROJETO E/OU ESPECIFICAÇÕES ORIGINAIS DEVERÃO SER A PRESENTADAS À FISCALIZAÇÃO ANTES DE SUA EXECUÇÃO, PARA OBTENÇÃO D E SUA APROVAÇÃO, SEM A QUAL NENHUMA MODIFICAÇÃO PODERÁ SE R REALIZADA;

2) **A CONTRATADA NÃO PODERÁ ALEGAR DESCONHECIMENTO D O LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS, PODENDO CONFIRMAR E/OU RE TIFICAR OS VALORES QUANTITATIVOS CONSTANTES DESTAS ESPECIFICAÇ ÕES. A VISITA AO LOCAL DEVERÁ SER AGENDADA COM O REPRESENTANTE DA ESSA, ATRAVÉS DO TELEFONE (0**35) 3239-4140/4166;**

3) ESTAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS FARÃO PARTE INTEGR ANTE DO EDITAL, INDEPENDENTE DE TRANSCRIÇÃO, DEVENDO A CONT RATADA, RUBRICAR TODAS AS PÁGINAS DE DOIS EXEMPLARES DESTAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, COMO PROVA DO SEU ASSENTIM ENTO COM O QUE NELAS ESTÁ CONTIDO. A PROPOSTA DEVERÁ CONTER PL ANILHA DE PREÇOS DE ACORDO COM A DE QUANTITATIVO FORNECIDO.

a) Documentos complementares

Serão documentos complementares destas Especificaçõ es Técnicas, independente de transcrição:

(1) Todas as normas da ABNT relativas ao objeto destas Especificações Técnicas;

(2) Normas do Ministério do Trabalho e do Ministério da Saúde, no que for aplicável à obra.

(3) As normas do GEMG e de suas concessionárias de serviços públicos;

(4) O Caderno de Encargos da SUCAB;

(5) Instruções Técnicas e Catálogos de fabricantes, quando aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

(6) Posturas Federais, Estaduais e Municipais.

(7) A contratada deverá providenciar no ato do empe nho, o livro diário de obras, com 3 (três) vias, em número suficiente para atender todo o período de execução dos serviços, com os dados da empresa e seus responsáveis devidamente preenchidos na folha de abertura. Deverá ser anotada, como prim eira observação, a data da assinatura do contrato ou, se não houver contrato, o número de referência da Carta-Convite.

(8) A CONTRATADA deverá elaborar o CRONOGRAMA FÍSICO dos serviços e apresentar a previsão de mão-de-obra necessária par a o cumprimento do prazo de cada etapa. Cumprir os prazos estipulados no Cronograma Físico, providenciando para isto os materiais no canteiro de obras com a antecedência n ecessária. Manter os cronogramas atualizados informando a CONTRATANTE.

3) Divergências

Em caso de divergência, salvo quando houver acordo entre as partes, será adotada a seguinte prevalência para os valores:

As normas da ABNT e as do GEMG e de suas concessionárias de serviços públicos prevalecem sobre estas Especificações Técn icas e estas, sobre os projetos e Caderno de Encargos da SUCAB;

As cotas prevalecem sobre as medidas tomadas em escala;

Os desenhos de maior escala prevalecem sobre os de menor escala;

Todos os detalhes e serviços constantes dos desenhos e não mencionados nestas Especificações Técnicas, assim como os serviços aqui mencionados e não constantes dos desenhos, serão interpretados como p arte dos projetos.

d. Condição de similaridade

Serão admitidos materiais e/ou equipamentos similar es aos especificados desde que as condições de similaridade dos mesmos sejam previamente julgadas e aceitas pela FISCALIZAÇÃO.

- Pessoal

É A CONTRATADA deverá manter no local do serviço um encarregado, com capacidade técnica comprovada para o tipo de serviço, durante todo o período de execução do serviço;

É A CONTRATADA deverá cumprir a legislação e normas relativas à segurança e medicina do trabalho, especialmente as prescrições da NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, do Ministério do Trabalho. Diligenciar para que seus empregados e os de seus possíveis subcontratados trabalhem com Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como capacetes, botas, luvas, capas, óculos, cintos e equipamentos adequados para cada tipo de serviço que estiver sendo desenvolvido.

3) O EPI básico para todos os operários será a botina de couro, o capacete e o

uniforme de trabalho. Será terminantemente proibida a permanência de qualquer operário descalço, usando chinelo de dedo, sem uniforme ou sem capacete no interior da Obra. Em locais de trabalho de escavação a céu aberto, o capacete poderá ser dispensado, substituindo-se por outro dispositivo que proteja o trabalhador das intempéries.

A CONTRATANTE poderá paralisar os serviços se os empregados não estiverem devidamente protegidos. O ônus de paralisação correrá por conta da CONTRATADA, mantendo-se inalterados os prazos contratuais.

A CONTRATADA deverá manter no canteiro de obras o número de funcionários e equipamentos necessários para cumprir os prazos est ipulados.

A CONTRATADA deverá manter, no local da obra, dura nte todo o período de execução dos serviços, um ENCARREGADO aceito pela CONTRATANTE, com capacidade técnica comprovada para o tipo de serviço;

O encarregado da CONTRATADA deverá manter consigo e fornecer uma cópia à CONTRATANTE de uma relação atualizada com nome completo e identidade de todo o pessoal presente no local da obra;

Toda a mão-de-obra necessária à execução completa das presentes especificações, com os respectivos encargos sociais, deverá ser fornecida pela CONTRATADA, assim como orientação e direção técnica dos serviços;

A CONTRATADA obriga-se a substituir toda e qualquer pessoa sob sua responsabilidade funcional que apresente, a critério da CONTRATANTE, conduta incompatível com o ambiente militar. Igual atitude deverá ser tomada com relação a pessoas cuja capacidade técnico-profissional seja julgada insuficiente pela FISCALIZAÇÃO;

A CONTRATADA deverá apresentar uma declaração de q ue todos os profissionais alocados para prestação dos serviços estarão regularmente contratados, de acordo com o que estabelece a legislação trabalhista, isentando-se o Ministério da Defesa – Exército Brasileiro de quaisquer responsabilidades de natureza trabalhista inerentes às relações entre a prestadora de serviços e seus empregados.

Todos os operários deverão estar trajados com unif orme da empresa. O fornecimento, manutenção e reposição dos uniformes e dos EPI's é de obrigação da CONTRATADA, devendo ser fornecidos gratuitamente aos operários.

Os EPI's e uniformes de trabalho deverão estar em perfeito estado de conservação e uso.

Responsabilidade e Garantia

Responsabilidade: a CONTRATADA assumirá integral r esponsabilidade pela boa execução e eficiência dos serviços que efetuar, de acordo com o Caderno de Encargos e (ou) Especificações e demais documentos técnicos fornecidos, bem como pelos danos decorrentes da realização dos ditos trabalhos;

Garantia: Com relação ao disposto no artigo 618 do Código Civil Brasileiro, entende-se que o prazo de cinco anos, nele referido, é de garantia e não de prescrição. O prazo prescricional para intentar ação civil é de 10 anos, conforme artigo 205 do Código Civil Brasileiro.

A CONTRATADA deverá supervisionar e coordenar os t rabalhos subempreitados assumindo total responsabilidade pela qualidade e prazos estipulados.

A CONTRATADA não poderá subempreitar parte dos ser viços, sem autorização do CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá efetuar o pagamento de todas a s taxas, impostos e

seguros incidentes, bem como cumprir a legislação trabalhista vigente, ficando responsável também pelo fiel cumprimento de tais ob rigações quando à

SUBCONTRATADA.

- é Ficam por conta da CONTRATADA as despesas de luz, água e outros serviços durante a execução dos serviços.
- é Providenciar as ligações definitivas junto às concessionárias ao término da obra.

8) Á FISCALIZAÇÃO é assegurado o direito de ordenar a suspensão das obras e serviços sem prejuízo das penalidades a que ficar sujeita a CONTRATADA, e sem que esta tenha direito a qualquer indenização, no caso de não ser atendida dentro de 48 horas, a contar da entrega da ordem de serviço correspondente, qualquer reclamação sobre defeito essencial em serviço executado ou material posto na obra.

9) Compete à CONTRATADA fazer minucioso estudo, verificação e comparação de todos os desenhos dos projetos arquitetônicos, das especificações e demais documentos integrantes da documentação técnica fornecida pelo CONTRATANTE para a execução da obra.

10) Dos resultados desta verificação preliminar, a qual será feita antes da assinatura do Contrato de construção, deverá a CONT RATADA dar imediata comunicação escrita ao CONTRATANTE, apontando discrepâncias, omissões ou erros que observando, inclusive sobre qualquer transgressão às normas técnicas, regulamentos ou leis em vigor, de forma a serem sanados os erros, omissões ou discrepâncias que possam trazer embaraços ao perfeito desenvolvimento das obras.

11) A CONTRATADA deverá apresentar ANOTAÇÃO DE RESPONS ABILIDADE TÉCNICA - ART da empresa no CREA, conforme previsto na lei 5194 - Resolução do CONFEA.

12) A FIRMA LICITANTE deverá comprovar, no ato da habi litação, a existência de profissional devidamente habilitado em seu quadro de pessoal, através de ART do responsável técnico pela empresa (ART de função), d e acordo com a lei 5194 - Resolução do CONFEA.

13) Deverá providenciar as placas da obra conforme as exigências do CREA, providenciar, ainda, a placa do CONTRATANTE conforme modelo fornecido pelo mesmo.

14) É de responsabilidade da CONTRATADA o fornecimentode água gelada para todos os operários em copos individuais ou descartá veis.

15) Realizar a COMUNICAÇÃO PRÉVIA: a contratada deverá comunicar à Delegacia Regional do Trabalho - DRT, antes do início da obra, as seguintes informações:

Endereço da Obra;

Endereço do Contratante e Contratada;

Tipo de Obra;

Data prevista para o início e término da obra;

Número máximo previsto de trabalhadores na obra.

16) A CONTRATADA deverá apresentar a FISCALIZAÇÃO um c omprovante da comunicação prévia à DRT.

17) PROGRAMA DE CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - PCMAT: Quando a obra poss uir 20 ou mais operários, a CONTRATADA deverá apresentar o PCMAT, elaborado p or profissional habilitado (técnico ou engenheiro de segurança do trabalho). Deverá conter obrigatoriamente os seguintes itens:

é Memorial sobre condições e meio ambiente de trabalho, levando em consideração os riscos de acidentes e doenças do trabalho e as respectivas medidas preventivas;

Projeto de execução de proteções coletivas;

Especificações técnicas das proteções individuais e coletivas;

Lay-out do canteiro de obras, contemplando inclusive o dimensionamento das áreas de vivência;

Programa educativo de prevenção de acidentes e doenças do trabalho com, no mínimo de 6 horas de carga horária.

g) Orçamento

O Orçamento Estimado (ANEXO A) apresenta os preços unitários e as quantidades de cada item. Estas quantidades devem ser consideradas como estimativas e meramente informativos. Cada LICITANTE deve, segundo metodologia própria, avaliar e adotar os seus próprios valores, desde que sejam inferiores aos do orçamento estimativo;

Os preços do Orçamento Estimado (ANEXO A) não têm valor para o pagamento adicional de serviços executados na vigência contratual. Entretanto, serão utilizados para o julgamento de propostas e o estabelecimento de garantia adicional na forma dos parágrafos 1º e 2º, do inciso II, do Art 48 da Lei 8666/93, alterado pela Lei 9648/98;

O orçamento deverá ser elaborado levando em consideração que os serviços deverão ser entregues completos. Em conseqüência, f icará a cargo do LICITANTE prever qualquer serviço necessário, mesmo quando não expre ssamente indicado no projeto básico, nas especificações técnicas e no orçamento, não lhe cabendo quaisquer acréscimos de pagamentos decorrentes;

Qualquer material não especificado e necessário à realização dos serviços relacionados nesta Especificação deverá ser forneci do pela CONTRATADA.

A FISCALIZAÇÃO poderá solicitar, a qualquer moment o da obra, planilha de composição de custos unitários de serviços pertence ntes à obra. A planilha deverá seguir o modelo em anexo.

Os preços da proposta deverão incluir as despesas referentes aos insumos, incluindo-se impostos, taxas, licenças, BDI, etc. A planilha a ser apresentada deverá seguir o modelo anexo para melhor comparação. Poderão ser incluídos outros serviços ou materiais que a CONTRATADA achar conveniente para conclusão total dos serviços, desde que previamente comunicado a Comissão de Lici tação. A contratada deverá levantar todos os quantitativos de serviços para o total cumprimento do projeto. Não serão aceitas reclamações posteriores de quantitativos a menos na planilha de custos da contratante.

h) Recebimento do Serviço

A CONTRATANTE receberá o serviço da CONTRATADA em duas etapas: a provisória e a definitiva;

Quando o objeto desta Especificação ficar inteiramente concluído, a CONTRATADA solicitará à CONTRATANTE a lavratura do TERMO DE RECEBIMENTO PROVISÓRIO. Desde que a CONTRATANTE julgue que o es tado geral já justifique esse procedimento, esta terá um prazo de 15(quinze) dias corridos para proceder às vistorias necessárias e lavrar o referido termo;

O TERMO DE RECEBIMENTO PROVISÓRIO só será lavrado após a CONTRATADA executar:

As correções de todos os danos e imperfeições ca usadas nas imediações do prédio (externamente ao mesmo), em decorrência da e xecução do objeto desta licitação, incluindo danos e imperfeições em alambrados, portõ es, calçadas, meios-fios, via

asfaltada, pátio cimentado, alvenarias de edificaçõ es vizinhas e em vegetações (gramados e árvores);

A retirada de entulhos, a limpeza completa e a eventual regularização de pisos das imediações do local do serviço;

A conclusão da ligação definitiva dos ramais das instalações prediais (elétrica, hidráulica, sanitária, pluvial, telefônica e contra incêndio) nas redes públicas e nas redes das concessionárias;

Os serviços executados pela CONTRATADA que não satisfizerem as condições de recebimento serão recusados pela Fiscalização da CONTRATANTE. Estes deverão ser substituídos ou refeitos dentro do prazo de conclusão da obra;

A critério da CONTRATANTE, desde que o prazo de conclusão do serviço se torne insuficiente, poderá ser concedido novo prazo para refazer o serviço rejeitado;

Decorridos no mínimo 60 (sessenta) dias corridos, e no máximo 90 (noventa) dias corridos, contados da data do RECEBIMENTO PROVISÓRIO, o serviço será novamente inspecionada para fins de aceitação definitiva. Nessa ocasião, será lavrado o TERMO DE RECEBIMENTO DEFINITIVO, desde que tenham sido atendidas todas as reclamações da Fiscalização da CONTRATANTE, referen tes a defeitos construtivos, falhas de execução e exigências contratuais;

O RECEBIMENTO DEFINITIVO não exclui a responsabili dade civil, por cinco anos, pela solidez e segurança do serviço, desde que se constate que danos estruturais ou vícios, que venham a se revelar, não resultaram de comprovado mal uso pelo USUÁRIO, e nem a responsabilidade ético-profissiona l pela perfeita execução do contrato;

Na data de lavratura do TERMO DE RECEBIMENTO DEFINITIVO inicia o prazo de responsabilidade civil da CONTRATADA pela qualidade, correção e segurança dos trabalhos, previsto no Artigo 618 do Código Civil Brasileiro;

Para ser lavrado o TERMO DE RECEBIMENTO DEFINITIVO, a CONTRATADA apresentará a Certidão Negativa de Débito (CND) for necida pelo INSS.

a) Dispositivos Finais

Engenheiro da obra: - O canteiro de obras deverá s er dirigido, em tempo integral, por Engenheiro da CONTRATADA, devidamente inscrito no CREA sob a qual esteja jurisdicionada a obra. Deverá ser devidamente compr ovada a experiência profissional deste Engenheiro em obras semelhantes de no mínimo 3 anos. Com relação aos profissionais da CONTRATADA, responsáveis pela elab oração de projetos, deverão ter

seus registros profissionais ou anotações nos órgão s Municipais, Estaduais e Federais de FISCALIZAÇÃO de obras, incluindo as concessionárias de serviços públicos, conforme o caso exigido profissionais deverão, ainda, durante a execução dos projetos, manter estreita ligação com o CONTRATANTE de forma a permitir os esclarecimentos que se fizerem necessários, e conseqüente aprovação dos se us projetos.

2 Mestre de Obras: - A CONTRATADA deverá manter na o bras em regime de tempo integral, um ou mais profissionais habilitados, conforme necessidade, com experiência mínima, comprovada, de 5 anos em obras semelhantes e formação profissional na construção civil.

3) De qualquer decisão da FISCALIZAÇÃO sobre assuntos não previstos no presente Caderno de Encargos, nas Especificações inerentes a cada obra ou no Contrato de que faz parte, haverá recurso ao Chefe do SERVIÇ O REGIONAL DE OBRAS da 4ª RM para o qual deverá apelar a CONTRATADA todas as vezes que se julgue prejudicada.

10) Particularidades

a) Assistência Técnica e Administrativa:

Para perfeita execução e completo acabamento da obra, a CONTRATADA se obrigará, sob as responsabilidades legais vigentes, a prestar toda assistência técnica e

administrativa para imprimir andamento conveniente aos trabalhos, através de profissionais habilitados.

2) MATERIAIS, MÃO-DE-OBRA E EQUIPAMENTOS:

Caberá à CONTRATADA fornecer todos os materiais, mã o-de-obra, equipamentos e ferramentas necessários à execução d os serviços no prazo fixado nestas especificações.

3) REGISTRO DA OBRA:

A empresa será responsável pelo registro da obra no CREA-MG e matrícula no INSS.

3. OBJETO

Reforma do Pavilhão do Curso de Artilharia da EsSA – Três Corações – MG, compreendendo os seguintes SERVIÇOS COM FORNECIMENT O DE MATERIAL, e quantitativos definidos na planilha de orçamento:

1) Construção de barracão para instalação provisória;

2) Limpeza geral da obra e Bota Fora de Entulho;

3) Demolição de cobertura, alvenarias, revestimentos e pisos;

4) Trabalhos em terra;

5) Execução das Fundações / Estrutura;

6) Execução das Instalações (hidrossanitária, aquecim ento solar, elétrica, de lógica, telefônica);

7) Execução das paredes / painéis;

8) Execução da cobertura;

9) Execução de revestimentos / impermeabilizações;

10) Esquadrias;

11) Revestimentos;

12) Pisos;

13) Pinturas.

- **PRAZO**

O prazo total para conclusão do objeto será de 90 (noventa) dias corridos. Terá início na data de início dos serviços e findar-se-á na data em que a CONTRATADA notificar a CONTRATANTE quanto à conclusão da obra, desde que a FISCALIZAÇÃO desta considere a obra em condições de ser recebida provisoriamente;

A CONTRATADA deverá iniciar os serviços até o 5º (quinto) dia subsequente ao da Ordem de Serviço emitida pela CONTRATANTE;

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da FISCAL IZAÇÃO a sua proposta de cronograma-físico para a execução dos serviços;

- **PROJETOS**

a. A CONTRATADA deverá providenciar e submeter à apro vação da FISCALIZAÇÃO os seguintes projetos executivos, todos executados em software AUTOCAD, ou similar:

1) Fundações;

2) Estrutural.

b. Todos os projetos deverão ser apresentados a FISC ALIZAÇÃO a fim de serem analisados e aprovados, antes do início dos trabalhos de execução.

c. Todos os projetos deverão conter de forma clara e precisa todos os detalhes construtivos necessários à perfeita execução da obr a, bem como o Memorial de Cálculo e Memorial Descritivo.

d. Após a aprovação da CONTRATANTE, deverá ser forne cido pela CONTRATADA um jogo de pranchas impressas em papel vegetal, bem como os arquivos em CD-ROM.

e. A CONTRATADA deverá regularizar os projetos aprov ados pelo CONTRATANTE, registrando-os nos órgãos competentes, tais como: CREA, Concessionárias de água, eletricidade e telefone, corpo de bombeiros, prefeitura, etc.

f. Após o término da obra, a CONTRATADA deverá fornecer um jogo de pranchas com o "as biult" impressas em papel vegetal, bem como os arquivos em CD-ROM.

- Qualquer que seja o sistema utilizado, o orçamento deverá ser elaborado de acordo com os modelos fornecidos com estas Especificações Técnicas;

- Os serviços deverão ser feitos de acordo com estas Especificações; e de acordo com os demais projetos e especificações a serem elaborados pela CONTRATADA, desde que aprovados pela CONTRATANTE.

6) ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

É SERVIÇOS AUXILIARES E ADMINISTRATIVOS

Administração dos Serviços

Durante a execução dos serviços deverá ser manti do no local, em tempo integral, no mínimo, um Mestre de Obras ou Encarregado, habilitado a tomar decisões e

prestar todas as informações que forem solicitadas referentes aos serviços em execução. b) A FISCALIZAÇÃO poderá exigir da CONTRATADA a sub stituição de qualquer profissional participante dos serviços, desde que seja constatada a sua desqualificação para a execução de suas tarefas ou desde que apresente hábitos nocivos e prejudiciais à administração.

- Qualquer utilização de área da OM deverá ter pré via autorização do Comandante da mesma e da FISCALIZAÇÃO.
- Os serviços a serem executados fora dos dias úteis, deverão ser previamente comunicados a CONTRATANTE, a fim de providenciar autorização da entrada dos profissionais no aquartelamento.
- A CONTRATADA deverá apresentar atestado de antec edentes criminais dos funcionários que irão trabalhar nas instalações da EsSA.

b) Ensaios e Testes

Será da responsabilidade da CONTRATADA a realização dos ensaios e testes necessários à verificação da perfeita observância d as especificações e resistências dos serviços executados, de conformidade com as exigências e recomendações das Normas Brasileiras e(ou) de acordo com solicitação da FISCALIZAÇÃO.

3) Alimentação e transporte de pessoal

As despesas com alimentação e transporte de pessoal serão de total responsabilidade da CONTRATADA.

d) Documentação dos Serviços

A CONTRATADA deverá providenciar a matrícula dos serviços no INSS, nos termos da legislação em vigor.

A CONTRATADA se obriga a fornecer mensalmente a relação de pessoal e a respectiva guia de recolhimento das obrigações com o INSS. Ao final dos serviços deverá ainda fornecer a seguinte documentação relativa aos mesmos:

Certidão Negativa de Débitos com o INSS.

Certificado de Regularidade de Situação perante o FGTS.

Certificado de Quitação do ISS referente ao contrato.

e) Acompanhamento da Obra

A CONTRATADA deverá realizar o acompanhamento execu tivo da obra, através de fotografias. Fornecerá à FISCALIZAÇÃO 06 (seis) fotografias que registrem os serviços executados. A periodicidade da cobertura fotográfica deverá ser de no máximo 15 (quinze) dias. Ao final da obra a CONTRATADA deverá fornecer à FISCALIZAÇÃO 02 (dois) pôsteres no formato 50x70cm, sendo um da fachada e o outro em perspectiva.

b. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Limpeza do local de execução dos serviços:

O entulho proveniente da obra, durante sua execução, deverá ser removido continuamente para local autorizado pela fiscalização, devendo o material permanecer no local de execução dos serviços, no menor tempo possível.

c) SERVIÇOS PRELIMINARES

1) Locação da Obra:

Os pontos construtivos definidos no projeto serão l ocados por processos adequados, sempre dentro dos limites de tolerância e precisão especificados.

2) Movimento de Terra:

Todo movimento de terra previsto será executado com rigorosa observância das cotas e perfis constantes do projeto.

O aterro e reaterro serão executados com terra limp a, isenta de matéria orgânica e espalhada em camadas sucessivas de no máximo 20 c m e devidamente compactadas.

O berço da tubulação será sempre em camadas de arei a com, no mínimo 20 cm de espessura.

Nenhum empréstimo para aterro será feito em áreas d estinadas a conservação futura.

3) Demolição:

Deverão ser tomadas medidas adequadas para proteção contra danos aos operários, aos transeuntes e às edificações vizinha s. Deverão ser observadas as prescrições da Norma Regulamentadora n º 18 (Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção) da Secretaria de Segura nça e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego (SSST/MTE), na sua versão mais atualizada e da NBR 5682/77 – Contrato, Execução e Supervisão de Demoli ções.

a) Demolição de cobertura, alvenaria, revestimentos e pisos.

Caso seja necessário o uso de martelete pneumático, a execução deste serviço deverá ser orientada por profissional habilitado, utilizando equipamentos adequados e obedecendo aos critérios de segurança recomendados. O material deverá ser transportado para local conveniente e posteriormente retirado da obra como entulho as custas da CONTRATADA.

(1) Serão demolidas paredes, conforme indicado no proj eto arquitetônico.

É O revestimento do piso dos banheiros indicados em projeto deverão ser retirados por inteiro, juntamente com os azulejos e se necessário o reboco das paredes.

É As telhas da cobertura do Pavilhão, deverão ser re tiradas por completo, o seu madeiramento será reaproveitado.

É Deverá ser demolido todo revestimento de argamassa , que não esteja em boa qualidade, a ser definido pela fiscalização.

É Serão retiradas todas esquadrias (portas, janelas e batentes) especificadas em projeto, e estas depositadas em local a ser definido pela fiscalização.

(6) As luminárias e aparelhos sanitários / hidráulicos definidos em projeto serão retirados e entregues sem sofrer danos em loc al a ser definido pela fiscalização.

(7) Deverá ser retirado todo paralelepípedo do pátio e m frente do pavilhão, com aproveitamento, e este transportado para local a ser definido pela fiscalização.

d) FUNDAÇÕES E INFRA-ESTRUTURA:

As fundações poderão ser rasas ou profundas. A resi stência característica mínima do concreto FCK/28 será de 20 MPA. As formas poderã o ser de tábuas. A contratada deverá obedecer às prescrições do CADERNO DE ENCARG OS DA SUCAB, bem como às Normas de Fundações da ABNT. Deverá ser feito co ntrole sistemático da resistência do concreto, de acordo com a norma de projeto e execução de obras de concreto armado, NB-1/78. A CONTRATADA deverá fornecer o Boletim de ensaio à FISCALIZAÇÃO até 15 (quinze) dias após execução do mesmo. Deverá ser co nsiderada fundação para execução de alvenaria no pavimento inferior.

A CONTRATADA desenvolverá o projeto de superestrutu ra, que, devidamente registrado no CREA, deverá ser submetido a aprovaçã o da fiscalização. A resistência característica mínima FCK/28 será de 20 MPA. O conc reto será aparente. As fôrmas serão de compensado plastificado. As lajes de forro na reserva de armamento serão premoldadas, com espessura e detalhes construtivos conforme projeto estrutural. A CONTRATADA deverá obedecer ao previsto no Caderno d e Encargos da SUCAB. O adensamento do concreto das vigas e pilares será ob rigatoriamente realizado por meio mecânico (vibrador). Deverá ser feito controle sist emático da resistência do concreto, de acordo com a norma de projeto e execução de obras de concreto armado, NB-1/78. A CONTRATADA deverá fornecer o Boletim de ensaio à FI SCALIZAÇÃO até 15 (quinze) dias após execução do mesmo.

- INSTALAÇÕES

· Instalações previstas

Instalações Elétricas/Telefônicas/Lógicas

Concepção geral do sistema;

Revisão;

Normas básicas de execução.

Instalações Hidrossanitárias

Predial de água fria;

Predial de água quente;

Predial de esgoto sanitário;

Drenagem de águas pluviais.

2) Instalações Elétricas/Telefônicas/Rede Lógica

Toda a instalação elétrica e telefônica deverá obedecer rigorosamente, quanto à sua execução, às prescrições contidas nos seguintes documentos:

1) NORMAS TÉCNICAS ABNT;

2) NORMAS TÉCNICAS DA CEMIG;

3) NORMAS TÉCNICAS DA TELEBRÁS;

4) CADERNO DE ENCARGOS DA SUCAB;

5) PLANTA DE PONTOS ELÉTRICOS;

PLANTA DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA;

Todos os materiais para as instalações elétricas deverão satisfazer as normas específicas da ABNT. A CONTRATADA deverá seguir rig orosamente o que prescreve os projetos elétricos (plantas) que serão fornecidos pela FISCALIZAÇÃO.

Deverá ser deixado fio-guia de arame de aço em toda tubulação para facilitar a futura passagem dos condutores;

Os eletrodutos (embutidos em alvenaria e no teto) para condutores de energia e para condutores telefônicos deverão ser rigidamente fixados, de maneira a evitar seu deslocamento durante a recomposição da alvenaria, teto e piso e espaçados de maneira a dar passagem à recomposição;

Os eletrodutos que se projetam de pisos ou de paredes devem estar em ângulo reto em relação à superfície;

Toda perfuração em laje ou parede deverá ser previa mente aprovada pela FISCALIZAÇÃO;

Até o momento da passagem de fios pelos eletrodutos, todas as extremidades destes deverão ser tampadas com papel a fim de evit ar entrada de água, argamassa ou concreto;

Deverão se evitar rebarbas nas extremidades de elet rodutos para evitar danos à isolação dos condutores que passarão por dentro des tes;

As buchas e arruelas deverão ser utilizadas na cone xão dos eletrodutos aos quadros de distribuição. Serão de ferro galvanizado , alumínio ou liga especial de alumínio, cobre, zinco e manganês.

As braçadeiras para a fixação de eletrodutos em tetos e forros (instalação aparente) deverão ser de aço zincado, tipo "D" ou tipo “U”. Para a fixação de eletrodutos em geral e em paredes deverá ser de aço zincado, tipo "U" com as pontas do “U” fixadas na parede, de modo que não fiquem pontas e rebarbas , que possam provocar ferimentos e acidentes nos transeuntes do local.

A taxa de ocupação dos eletrodutos deve ser de, no máximo, 50% de sua seção transversal, em qualquer situação.

Eletrocalhas e Acessórios (curvas, três de derivaçã o, emendas, luvas, abraçadeiras, buchas e arruelas, suportes, algema francesa):

Para aplicação geral, devem ser em aço galvanizado. Possuindo as seguintes características: calhas e Acessórios (curvas, três, emendas, luvas, abraçadeiras, buchas e arruelas, suportes, algema francesa):

As eletrocalhas, ou bandejas, devem ser bem fixadas, cada suporte deve estar a uma distância de, no mínimo, 1,5m uma da outra. Ent re duas bandejas sempre deve haver emendas padronizadas pelo fabricante, independentemente se estas coincidirem, ou não, com a fixação ao suporte.

A taxa de ocupação das eletrocalhas deve ser de, no máximo, 50% de sua seção transversal, em qualquer situação.

Os cabos dentro das eletrocalhas devem ser amarrados por algemas francesas de, no máximo, três em três metros.

Dentro do que couber, seguir demais prescrições do que foi descrito no item b. eletrodutos e acessórios.

As Caixas serão em chapa de aço, esmaltadas internas e externamente, equipadas com orelhas para fixação de dispositivos e orifícios estampados fechados com "tostões" descartáveis para a passagem dos dutos. A s caixas obedecerão às seguintes espessuras de chapa mínimas:

a) Caixas 100x50mm (4"x2"); 75x75mm (3"x3") hexagonais e 100x100mm (4"x4") quadradas : N^{o} 18.

b) Caixas 100x100mm (4"x4") octogonais com fundo móvel.

c) Caixas de medidores: metálicas, conforme padrão da concessionária local de energia.

d) A altura das caixas para instalação embutida em paredes será:

e) Tomada baixa (bordo inferior da caixa): 0,30 m do piso acabado;

f) Interruptores, tomadas médias e tomada de telefone (bordo inferior da caixa): 1,30 m do piso acabado;

g) Tomadas de ar condicionado, quando for o caso: 2m do piso;

Observações Gerais:

Todos os materiais usados para a construção e montagem das instalações deverão ser incombustíveis, à prova de chamas, e to talmente novos. Quaisquer equipamentos só deverão ser instalados, após a consulta à fiscalização. Os projetos executivos, das instalações elétricas de baixa tensão, dos aterramentos e dos pára-raios devem ser submetidos à aprovação da fiscalização antes de serem executados. O projeto de instalações elétricas será encargo da CONTRATADA , que de posse da planta de pontos elétricos, desenvolverá o projeto, que dever á conter os detalhes do sistema de aterramento, e o submeterá a aprovação da FISCALIZA ÇÃO.

A aceitação final dependerá das características de desempenho, determinadas por esses testes, bem como de características de operacionais para indicar que o equipamento e materiais a serem instalados (luminár ias, tomadas, interruptores) executarão as funções para os quais foram projetado s. Esses testes destinam-se a assegurar que a mão-de-obra e os materiais empregad os nas instalações de equipamentos em referência estejam de acordo com as normas, as especificações e os serviços elétricos do projeto.

Todos os eletrodutos serão em PVC e embutidos nas p aredes, nos pisos e nos tetos.

Todos os itens, materiais e serviços aqui descritos, bem como os do orçamento, deverão ser fornecidos pela contratada.

c) Instalações hidrossanitárias

O projeto de instalações hidrossanitárias será enca rgo da CONTRATADA, que o submeterá a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O projeto deve ser de forma que os afluentes sejam captados por tubulações e tubos de queda, sendo posteriormente lançados na rede de coleta geral. Para o cálculo das tubulações primárias, secundárias, coletores pr incipais e ventilação, deve-se observar as prescrições das normas da ABNT. Quanto à declividade e aos diâmetros, deve-se adotar o seguinte:

a) Tubulação.....50, 75 e 100 (mm).

(2) Declividade mínima.....2%.

Todas as instalações obedecerão, rigorosamente quan to à sua execução, aos seguintes documentos:

É NORMAS TÉCNICAS;

É NBR - 5651/77: Instalações prediais de água fri a;

É NBR - 5648/77: Tubos de PVC rígido p/ instalações prediais de água fria;

É NBR - 5657/77: verificação da estanque idade à pressão interna de instalações prediais de água fria;

É MANUAIS DOS FABRICANTES;

É PROJETOS ESPECÍFICOS;

É CADERNO ENCARGOS DA SUCAB.

As instalações hidrossanitárias serão embutidas, co m tubos e conexões em PVC.

Deverão ser observadas as seguintes alturas de inst alação, a partir do piso acabado:

(1) Registros	
Registro de gaveta para coluna d'água	180 cm
Caixa de descarga	180 cm
(2) Pontos de consumo d' água	
Vaso sanitário.....	40 cm
Ducha	210 cm
Lavatório.....	65 cm
(3) Louças (extremo inferior)	
Cabides	150 cm
Lavatórios.....	100 cm
Papeleiras.....	45 cm
Saboneteiras.....	135 cm

Os Tubos e Conexões de PVC para uso nas instalações hidráulicas serão do tipo soldável fabricados de acordo com a Especificação B rasileira EB-892 (1977) da ABNT, série A, pressão de serviço de 7,5kg/cm².

Para uso nas instalações sanitárias tipo soldável f abricados de acordo com a Especificação Brasileira EB- 608 (1977) da ABNT.

As instalações hidrossanitárias somente serão receb idas após a colocação de todos os aparelhos previstos com observação dos seus funcionamentos normais, e a ligação do pavilhão à rede hidráulica de distribuiç ão do aquartelamento.

d) Sistema de Aquecimento Solar

É Instalação de 02 reservatórios Inox térmicos de 2.000 litros do Sistema de

aquecimento solar;

Instalação de 16 placas coletoras 1,76x1,00m vertical capacidade de aquecimento 150 litros, com seus respectivos suportes.

Confecção de estrutura metálica reforçada para apo io das as caixas de água fria para nivelar com as caixas de água quente, dev idamente apoiadas e travadas nas estruturas de alvenaria do pavilhão e no menor vão;

Fazer toda a instalação dos Aquecedores solares.

Instalar 16 chuveiros de água quente e suas respec tivas tubulações devidamente isoladas termicamente, torneiras duplas tipo válvulas esfera deca ou similar com qualidade uma para água quente e outra para águ a fria.

As tubulações de água quente no interior do banhe iro serão de tubos de cobre. Deverá existir um registro geral de boa qual idade para cada coluna de água (quente e fria) em cada pavimento.

Instalação de apoio térmico com 02 resistência de 7.000 watts x 220 volts trifásica, para cada reservatório de água quente, c om quadro de distribuição devidamente identificado.

A rede elétrica 220volts trifásica até o Quadro de Distribuição do Aquecimento Solar será executada pela CONTRATADA e deste para os Aquecedores.

Instalação de cantoneiras de ferro para apoio das placas coletoras, devidamente calafetadas e afixadas nos caibros, e amarradas com arame galvanizados na parte superior.

Instalar registro e tubulação de drenagem das caixas de água fria e quente para limpeza geral das mesmas.

Fazer isolamento térmico das tubulações de cobre de água quente, 25mm em manta de vidro.

Entregar na Prefeitura Militar da EsSA o Projeto do Sistema de Aquecimento Solar executado, com identificação das caixas d'água, rede de água fria e quente, alimentação, rede elétrica e Quadro de Controle.

e) Águas pluviais

(1) Sistema

As águas pluviais provenientes de coberturas serão captadas por meio de calhas metálicas e ralos hemisféricos, e conduzidas através de tubos de queda;

Os ramais embutidos serão em PVC e os tubos de qued a serão aparentes, em PVC, com bitola 75 mm. As calhas metálicas deverão ser dimensionadas para atender à vazão necessária conforme projeto específico a ser elaborado pela CONTRATADA, previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. As calhas e os rufos deverão receber pintura metálica de proteção.

(2) Critérios de Dimensionamento

Para o dimensionamento das tubulações, deve ser considerada uma chuva crítica de 150 mm/h, adotando-se os critérios específicos da Norma ABNT P-NB-611.

f. PAREDES E PAINÉIS

1. As paredes serão executadas fielmente, observando dimensões, alinhamentos e espessuras indicadas no projeto arquitetônico e as prescrições contidas no capítulo X do Caderno de Encargos da SUCAB.

b Os tijolos laminados utilizados na alvenaria aparente deverão apresentar dimensões uniformes, não podendo ter defeitos siste máticos de trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações ou desuniformidade na cor.

c As paredes serão em alvenaria de tijolos cerâmicos com 8 furos e obedecerão às dimensões de 30 x 20 x 10 cm e aos alinhamentos indicados no local, conforme NBR 8545.

d Para perfeita aderência das alvenarias de tijolos às superfícies de concreto a que devem se justapor, estas últimas serão chapisca das de acordo com a especificação respectiva.

5) As saliências superiores a 3 (três) cm só poderão ser executadas com a própria alvenaria ou com concreto.

f) Na execução das alvenarias, as paredes deverão ser interrompidas 15 (quinze) cm abaixo das vigas e lajes, ficando o arremate final (aperto) da alvenaria para ser feito 8 (oito) dias após a sua execução, com tijolos maciços ou blocos de concreto inclinados (cunhas).

g) Serão colocadas vergas nas partes superiores dos v ãos e contra-vergas nos peitoris. Deverão ultrapassar em 30 cm, em cada lad o, os referidos vãos. Serão em concreto armado e na espessura dos tijolos, com ferragem mínima de 80 (oitenta) kg/m^3 .

h) A Colocação de painéis em divisórias de ardósia será com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com 3 cm de espessura. A argamassa de assentamento deverá apresentar resistência e trabalhabilidade ad equadas para fixação de placa divisória. A divisória deverá ter dimensões, forma e detalhes específicos que atendam os detalhes indicados no projeto. A placa divisória deverá ter as bordas e superfícies lisas, sem irregularidades. Após o revestimento do piso e parede, executar o rasgo para engaste da placa divisória com largura de aproximadamente 1 cm superior à espessura da placa e profundidade de 3 cm a 5 cm; executar o corte com esmerilhadora elétrica, com disco de corte apropriado. Após aprumada e nivelada, fixar a placa com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, que deverá preencher todos os vazios do rasgo e ter sua superfície aparente lisa e regular. Entre a parede e a placa divisória e, entre esta e o piso instalar elementos de arremate ou executar um rejuntamento mais adequado para acabamento, como, por exemplo, pasta de cimento branco.

g. COBERTURA

a Estrutura:

A estrutura de madeira não será substituída, apenas em caso de necessidade estrutural (por problemas em peças distintas), caso seja necessário, sua execução será a cargo da CONTRATADA, que deverá submeter a aprovaçã o da FISCALIZAÇÃO. As espécies de madeira para uso nesta obra serão: ou jatobá ou paraju ou maçaranduba ou outro tipo de madeira de qualidade superior às citadas e aprovado pela FISCALIZAÇÃO;

A execução da estrutura deverá obedecer as inclinaç ões existentes e às especificações dos insumos.

b. Telhamento:

Serão substituídas todas as telhas existentes por t elha cerâmica do tipo romana.

é recomendável usar telhas de mesma procedência. Es tas deverão ser previamente aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. Na parte mais alta do telhado serão colocadas telhas do tipo cumeeira. Deverá ser utilizada uma argamassa q ue tenha capacidade de retenção da água, seja impermeável, insolúvel em água e que gar anta uma boa aderência. Sobra argamassa de fixação dos rufos deverá ser aplicada duas de demãos de hidroasfalto.

Para a substituição das telhas a laje deverá ser pr otegida com lona plástica a fim de evitar que na ocasião de chuvas haja infiltr ação de água para os pavimentos inferiores.

Assentamento de calha de chapa galvanizada Nº 24 e L = 50 cm na terminação de um painel do telhado ou encontro de duas águas d e telhado. Deverá ser executada depois da cobertura. A inclinação deverá ser unifor me, com valor mínimo de 0,5 %. As telhas de beiral deverão ter um cobrimento mínimo d e 8 cm sobre a calha, a fim de evitar infiltrações por retorno da água. Emendar as extrem idades comuns das calhas por processo de soldagem e rebitagem, sendo usado no mínimo 04 rebites por emenda.

h. ESQUADRIAS

As esquadrias de madeira deverão obedecer rigorosam ente, quanto à localização e à execução, às indicações do projeto arquitetônico e aos respectivos desenhos.

Os parafusos, quando empregados na fixação de batentes, deverão ter as cabeças embutidas, dando-se o devido acabamento à abertura do furo com uma mistura de cola e fragmentos da mesma madeira, de forma a permitir, após lixamento, uma perfeita continuidade da superfície da peça. Os batentes deverão ser afixados através de, pelo menos, oito tacos de madeira na forma piramidal e chumbados na alvenaria.

As madeiras serão perfeitamente secas, isentas de q uaisquer marcas de brocas, presença de alburno ou outros defeitos que alterem a sua durabilidade e a sua resistência.

Não será admitidas a correção de defeitos com massa . A CONTRATADA deverá elaborar detalhes, em escala 1:20, e submetê-los à FISCALIZAÇÃO para fins de análise e aprovação.

Serão sumariamente recusadas todas as peças que apresentarem sinais de empenamento, deslocamento, rachaduras, lascas, desigualdade de madeira e outros defeitos. As esquadrias deverão ser fornecidas com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento.

Os arremates das guarnições com rodapés e/ou revestimentos de paredes receberão cuidados especiais. Sempre que necessário tais arremates serão objeto de desenhos e detalhes, os quais serão submetidos à pr évia aprovação da FISCALIZAÇÃO.

As portas internas serão semi-ocas, confeccionadas em imbuía ou cedro, tratadas na cor do rodapé em madeira, com esquadro em madeira de lei. Os batentes de madeira terão a largura da parede acabada. Não serão admiti das guarnições com rebaixo.

é REVESTIMENTOS

c Considerações Gerais

1) Antes de ser iniciado qualquer serviço de revestimento, deverão ser testadas as canalizações para a pressão recomendada para cad a caso.
2) As superfícies a revestir deverão ser limpas e m olhadas antes de qualquer revestimento. A limpeza deverá eliminar gorduras e outras impurezas.
3) Os revestimentos só deverão ser iniciados após a completa pega da argamassa das alvenarias e do embutimento das canalizações nas paredes.
4) Devem ser preparadas quantidades de argamassa de acordo com as necessidades do serviço de modo a se evitar o endurecimento antes de sua aplicação.
5) As argamassas de cimento devem observar o tempo de pega estabelecido para o tipo de cimento em uso, com um máximo de 2 (duas) horas.
6) Toda argamassa que apresentar vestígio de endurecimento será rejeitada. Em nenhuma hipótese, será permitido o seu reaproveitamento.
7) A argamassa retirada ou caída das alvenarias e revestimentos em execução não poderá ser novamente empregada.
8) Os ângulos das paredes entre o piso e o teto dev em ser arredondados.

d Chapisco

1) Deverá ser feito com argamassa de cimento e arei a média peneirada e

lavada, de rio.

Não será permitido o uso de areia fina a fim de não comprometer a aderência da base.

Os traços a utilizar serão de 1:3 (cimento e areia) para o chapisco das paredes externos e forros (tetos) e de 1:4 (cimento e areia) para o chapisco interno.

e) Emboço

Será empregado em todas as áreas a serem revesti das com azulejo, conforme indicadas no projeto arquitetônico e, nas demais áreas, anteriormente à execução do reboco, constituindo-se uma massa única (reboco paulista).

Sua execução só será iniciada após a completa pega do chapisco.

A argamassa deverá ser fortemente comprimida con tra a superfície e apresentar paramento áspero para facilitar a aderên cia do revestimento que a superpor.

A espessura da argamassa não deverá ser superior a 2 (dois) cm.

O traço a utilizar será de 1:2:3 (cimento, saibro e areia média) no revestimento interno.

f) Não será admitido pela FISCALIZAÇÃO o emprego de material argiloso na composição da argamassa.

f) Cerâmica

1) As cerâmicas serão de qualidade extra, esmaltada , tamanho 20 x 30 (cm), PI V e cor a ser definida pela fiscalização,
2) As paredes serão suficientemente molhadas no mom ento do assentamento.
3) Serão aplicados até o teto, juntas a prumo, de modo a se obter espessura de juntas constantes, na dimensão indicada pelo fabric ante (3mm).
4) Se houver necessidade de uma faixa de cerâmicas cortadas, essa deverá ser junto ao piso, com a borda cortada para baixo.
5) O assentamento e o rejuntamento serão feitos com argamassa pronta, de fabricação Quartzolit ou similar.
6) As argamassas para assentamento e rejuntamento das cerâmicas deverão receber aditivos impermeabilizantes, exceto se as mesmas já o contiverem ou se for expressamente contra-indicado pelo fabricante.
7) Deverão ser colocadas cantoneiras de alumínio de embutir em todas as arestas vivas das paredes revestidas por cerâmicas' , até a altura de 1,80 (um vírgula oitenta) m, com dimensões de 1,5 x 1,5 (cm).

g) Reboco

1) Será empregado em todas as áreas que não receber ão azulejos, conforme descrito no item 3 anterior. Nas demais áreas, será aplicado logo após a execução do emboço, constituindo uma massa única (reboco paulista).
2) Será composto de argamassa de cimento, saibro e areia fina, no traço 1:1:2 e com espessura máxima de 2 (dois) cm.
3) Nas áreas externas deverá ser acrescido de imper meabilizante.
4) Sua execução só será iniciada após a completa pega do chapisco.
5) A argamassa deverá ser fortemente comprimida con tra a superfície e apresentar paramento áspero para facilitar a aderên cia do revestimento que a superpor.
6) A espessura da argamassa não deverá ser superior a 2 (dois) cm.
7) O traço a utilizar será de 1:1:2 (cimento, saibro e areia média) no revestimento interno e externo.

h) Não será admitido pela FISCALIZAÇÃO o emprego de material argiloso na composição da argamassa.

h) Forro em pvc

Será executado forro em pvc liso em placas de largu ra 10 cm, com E = 8 mm e

comp = 6 m. Colocação de forro constituído de painéis lineares de PVC, fixados em estrutura de madeira, podendo ser utilizado para rebaixamento, fechamento de tetos ou com a finalidade de ocultar tubulações aparentes. As dependências que receberem o forro estão indicadas no projeto, assim como a altu ra de instalação. O tarugamento deverá ser feito com sarrafos de pinho aparelhados. Nos sarrafos, deverão ser grampeados os painéis do forro. No caso de perfilados metálicos, os painéis deverão ser fixados por meio de parafusos ou presilhas. O comprimento dos painéis de PVC deverá ser de aproximadamente 0,5 cm menor, do que o vão a ser forrado, para permitir a livre dilatação do material. Para o acabamento periférico, poderão ser utilizados perfis de alumínio ou madeira.

10) PISOS

a) Camada Impermeabilizadora

A camada impermeabilizadora de pisos será execut ada com concreto simples na espessura de 5 (cinco) cm, ao traço volumétrico de 1:3:5 (cimento, areia e brita), estendida sem solução de continuidade, de modo a recobrir inteiramente a superfície, inclusive na espessura de paredes internas e externas. Durante a preparação do concreto deve ser acrescentado o aditivo impermeabilizante líquido à quantidade de água utilizada para cada traço, seguindo as proporções do fabricante (proporção de 1:8 em média no volume).

A camada só será lançada depois de estar o aterro interno perfeitamente apiloado e nivelado e estarem colocadas as tubulações que devam passar sob o piso, devendo ser executada no mínimo 4 (quatro) cm mais baixa que a cota do piso do corredor.

b) Regularização de piso

Regularização da base, já executada, com argamassa de cimento e areia no traço 1:5, incluindo impermeabilização, espessura de 3 cm. A base deverá estar preparada e regularizada com todos os detalhes, arredondamento de cantos, embutimentos e fixações de tubos, conforme o projeto. A superfície deverá estar limpa e seca. Os níveis da base deverão ser verificados e a s mestras executadas imediatamente antes da aplicação da argamassa. A camada de regularização deverá ser preparada com argamassa de cimento e areia no traço 1:5.

Após a aplicação da argamassa a superfície final será sarrafeada e desempenada. Deverão ser previstas juntas perimetra is, de pelo menos 2 cm. A espessura da argamassa deverá ser de pelo menos 3 c m.

3) Piso Cerâmico esmaltado 30x30 PEI V - Recomendações

1 A argamassa de assentamento será pré-fabricada;

2 A colocação das peças cerâmicas será feita de mo do a se deixar as superfícies planas, evitando-se ressaltos de uma em relação à outra.

3 Será substituído qualquer elemento que, por perc ussão, não tiver som metálico. Deverá ser proibido o trânsito sobre os p isos recém-colocados durante 2 (dois) dias, no mínimo.

4) Os pisos deverão ter declividade de 1 (um) %, no mínimo, em direção aos ralos, para o perfeito escoamento das águas.

5) Os revestimentos de cerâmica serão executados, c om cuidado, por ladrilheiros peritos em serviços esmerados e duráveis.

6) As placas cerâmicas serão cuidadosamente escolhi das no canteiro da obra quanto à qualidade, dimensões e desempenho. Deverão ser rejeitadas todas as peças que apresentarem defeitos de superfície, discrepânc ia de bitola ou empeno.

7) O assentamento será feito de modo a serem obtida s juntas de espessura constante.

h) O corte das placas cerâmicas pode ser feito com equipamento manual do tipo “FERMATIC” ou serra circular elétrica, tipo “MAKITA”.

i) O rejuntamento será feito com argamassa própria;

j) Sobre a base previamente preparada, deverá ser f eito desempenamento e nivelamento de argamassa.

k) As placas cerâmicas devem ser aplicadas obedecen do-se ao gabarito e às linhas nas duas direções.

l) Depois de curada a argamassa de assentamento 48 (quarenta e oito) horas, deve-se proceder ao rejuntamento com argamassa especial. Uma vez seco, deve-se lavar com água corrente e escova.

m) O piso deverá ser executado somente após a conclusão do revestimento das paredes e das instalações sanitárias e hidráulicas.

n) Deverão ser assentadas soleiras de mármore nas t ransições de piso, com a largura da aduela correspondente e espessura de 2 (dois) cm.

o) Nos banheiros, o piso será impermeabilizada com manta asfáltica de 3 mm, sendo obedecidas rigorosamente às especificações do fabricante.

p) Serão aplicados pisos cerâmicos nos locais indic ados no projeto.

4 Piso cimentado áspero/rugoso.

Nas calçadas no entorno do prédio e no pátio externo, deverão ser de piso antiderrapante e deverão ser usadas juntas de dilat ação, conforme projeto arquitetônico.

k. PINTURA

Serão pintadas com tinta acrílica texturizada as pa redes, indicados no projeto arquitetônico (área externa). Toda pintura será pre cedida de aplicação de selador acrílico de paredes.

As paredes, conforme indicação em planta, receberão pintura acrílica texturizada em 02 (duas) demãos, da marca SUVINIL ou similar, nas cores definas pela FISCALIZAÇÃO.

Deve ser aplicada com rolo de espuma, próprio para texturas, sobre a superfície limpa e livre de graxas. Em dias muito secos, a superfície deve ser ligeiramente umedecida, a fim de melhorar a aderência da tinta. A primeira de mão deve ser diluída com 10% a 20% de água. O intervalo de aplicação de cada demão dev e ser de 6 horas, salvo orientação do fabricante.

Para se obter a superfície texturizada deve-se espalhar a tinta na superfície com o rolo numa mesma direção e passar o rolo na outra direção, sem tinta, marcando levemente a superfície.

Serão pintadas com tinta acrílica as paredes intern as.

Toda pintura será precedida de aplicação de selador PVA de paredes e massa acrílica em 02 (duas) demãos, no mínimo.

As paredes, conforme indicação em planta, receberão pintura acrílica em 02 (duas) demãos, da marca SUVINIL ou similar, nas cores defi nas no projeto arquitetônico.

Recomenda-se que os alizares das portas somente sejam fixados após a primeira demão de pintura e que os espelhos das tomadas e in terruptores sejam colocados após a conclusão da última demão.

Serão pintadas com tinta PVA os tetos indicados no projeto arquitetônico.

Toda pintura será precedida de aplicação de selador PVA de paredes.

As paredes e tetos, conforme indicação em planta, receberão pintura PVA em 02 (duas) demãos, da marca SUVINIL ou similar, nas cor es definas no projeto arquitetônico.

Recomenda-se que os alizares das portas somente sejam fixados após a primeira demão de pintura e que os espelhos das tomadas e in terruptores sejam colocados após a conclusão da última demão.

l. MOVIMENTO DE TERRA

O processo de escavação a ser adotado será de respo nsabilidade da CONTRATADA. As áreas escavadas deverão ser convenientemente iso ladas e escoradas, sendo esgotadas as cavas; devem ser adotadas todas as providências e cautelas aconselháveis para a segurança dos operários e integrantes dos logradouros e redes públicas.

Deverá ser feita à retirada da obra, para um local apropriado, das terras escavadas que não tiverem aplicação, bem como o entulho resta nte.

Os aterros ou reaterros serão executados com materi al de aterro 1ª categoria, isento de resíduos orgânicos, em camadas de 20 cm, com umi dade adequada e compactado com equipamento mecânico, obedecendo as normas do D NIT.

Nenhum empréstimo para aterro será feito em áreas d estinadas a construções futuras.

Nenhum aterro será executado sobre terreno com resí duos vegetais.

Antes de iniciar a execução, a CONTRATADA deverá pr ocurar informar-se sobre a existência de galerias, canalizações e cabos na áre a onde serão realizados os trabalhos.

Três Corações, 5 de novembro de 2012.

_____

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX **– 1° Ten QEM**

Eng CIVIL – CREA XXXXX/D-RJ ADJ PREF MIL

Visto:

_____

XXXXXXXXXXXXXXXXXX - Cap QEM

Prefeito Militar

ANEXO C

MODELO DE RELATÓRIO DE APROPRIAÇÃO

xxxx BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO **VISTO**
COMPANHIA DE ENGENHARIA CONSTRUÇÃO - Destacamento d e
_____

RELATORIO DIÁRIO DE APROPRIACAO DE SERVIÇOS

Obra: Implantação da _____ Entrº _____ Divis a _____ **Ch Equipe**

Descrição da Equipe: **DATA:**

Produção:		**Un.**			**Km/Estaca:**		**Deslocamento:**

Mão de obra

Código	NOME COMPLETO	Função	Horas Ociosas	Horas Tra b.	Horas Extras

Equipamento (Horímetro)

Prefixo	Inicial	Final	TOTAL	OBSERVAÇÕES

Viatura (Odômetro)

Prefixo	Inicial	Final	TOTAL	OBSERVAÇÕES

Material

Código	Material	Und	Quant.	Obs.:

		DATA
Apontador	**Responsável pela Apropriação**	

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

8) BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);

9) ABNT. NBR 7208 - Materiais betuminosos para emprego em pavimentação. ABNT, Rio de Janeiro, 1990;

10) ALMEIDA, ANJOS. Revista impermeabilizar 02/93. p 36-8;

11) PICADA, D.S, LOPES, J.A. Rochas Sedimentares – Apostila de Geologia Aplicada à Engenharia. Porto Alegre, 1971;

12) PICCHI, F.A. Impermeabilização de coberturas. PINI, São Paulo, 1986;

13) ABNT. NBR 8083 - Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1983;

14) PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;

15) ASFALTOS VITÓRIA. Catálogo de Produtos, 1994;

16) PACHECO, C. A. Impermeabilização – Uma história enxuta. Téchne, 1, p. 17-18. PINI, São Paulo, 1993;

- INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO - IBP. Informações básicas sobre materiais asfálticos. 4 ed. rev. Rio de Janeiro, IBP/Comissão de Asfalto, 1990;

10) ABNT. NBR 9228 - Feltros asfálticos para impermeabil ização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;

11) ABNT. NBR 279 - Seleção da impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;

12) ABNT. NBR 9574 - Execução de impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;

13) ABNT. NBR 9575 - Elaboração de projetos para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;

14) ABNT. NBR 9952 - Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;

15) PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

16) ABNT. NBR 9910 – Asfaltos oxidados para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1987;

17) ABNT. NBR 9686 – Solução asfáltica empregada como mat erial de imprimação na impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;

- ABNT. NBR 9687 – Emulsões asfálticas com carga para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986.

1 Normas do DNIT.

2 C 21-26 - Leitura de Cartas e Fotografias Aéreas

3 C 21-74 - Instrução Individual para o Combate

CAPÍTULO V - ESTRADAS
ASSUNTO 5.1 - ESTRADAS DE CAMPANHA

1. DEFINIÇÕES BÁSICAS

a. Estrada - É um caminho utilizado por veículos, homens e animais. Designa-se genericamente de estrada a via usada pelo veículo terrestre, diferenciando- se a estrada de rodagem, ou rodovia, para os automóveis, e a estrada de ferro, ou ferrovia, para o veículo ferroviário.

b. Perfil Longitudinal - é a projeção num plano vertical dos pontos obtidos quando interceptamos verticalmente a estrada ao longo do seu eixo.

c. Greide - é o eixo central de uma estrada caracterizado pelas cotas dos pontos médios de suas seções transversais.

d. Largura da rodovia - A largura de uma rodovia, incluindo as larguras das pontes, túneis e outras restrições, é a menor largura da pista, expressa em metros.

e. Pista - é toda a superfície da estrada destinada à movimentação normal dos veículos.

f. Faixa de Tráfego ou de Rolamento - é a porção longitudinal (faixa) da pista destinada à movimentação de um único veículo. A largura média de uma faixa de tráfego necessária ao movimento de uma coluna é de 3,5 metros para viaturas sobre rodas e 4 (quatro) metros para viaturas sobre lagartas.

g. Rodovia de fluxo simples - uma rodovia de fluxo simples é a que permite o deslocamento de uma coluna de viaturas em um sentido e, ainda, permite a ultrapassagem de viaturas isoladas no mesmo sentido ou em sentido contrário, em determinados trechos. É desejável que a largura da estrada (rodovia) de fluxo simples seja igual a 1,5 vezes a largura de uma faixa de tráfego;

h. Rodovia de fluxo duplo - A rodovia é de fluxo duplo quando permite o deslocamento de duas colunas de viaturas em um sentido ou em sentidos opostos. É essencial que a largura da estrada (rodovia) seja igual a duas faixas de tráfego, no mínimo.

i. Estrada penetrante - É aquela cuja orientação geral é perpendicular à linha de frente.

j. Estrada transversal - É aquela que, de um modo geral, é paralela à linha de frente.

l. Estrada Principal de Suprimento (EPS) - É uma estrada designada como via principal de tráfego para um determinado escalão, visando por ali atender ao grosso do apoio em suprimento a seus elementos subordinados. A EPS, normalmente, é uma estrada penetrante.

m. Classe de rodovia - A classe de uma rodovia é, normalmente, a menor classe das pontes existentes nessa rodovia. Quando não existirem pontes, a classe é dada pelo pior trecho da rodovia.

n. Restrições - São consideradas como restrições, quaisquer fatores que restrinjam o tipo, a capacidade de tráfego ou a velocidade de deslocamento em uma estrada. Constituem restrições:

(1) rampas com inclinação igual ou superior a 7%;
(2) curvas com raios menores do que 30 m;
(3) existência de balsas;
(4) vaus;
(5) redução na largura das pistas;
(6) gabaritos menores que 4,3 m em pontes, túneis, rios e passagens sob estruturas diversas;
(7) classe das pontes.

2. CAPACIDADE DAS VIAS DE TRANSPORTE

O assunto está tratado no Manual C 5-36 - RECONHECIMENTO DE ENGENHARIA.

CLASSIFICAÇÃO DOS TRABALHOS EM ESTRADAS

- As missões atribuídas à Eng, em relação à rede de e stradas, têm por objetivo:
  manter ou aumentar a capacidade de tráfego da re de de estradas existente;
  restabelecer o tráfego em trechos interrompidos;
  construir novos trechos ou novas estradas, ampliando a rede de estradas existente.
- Estas missões compreendem um ou mais, dos seguintes trabalhos:
  conservação;
  reparação;
  melhoramento;
  construção.

TRABALHOS DE CONSERVAÇÃO

- A conservação de estradas compreende trabalhos permanentes que visam eliminar os efeitos causados pelo próprio tráfego (desgaste) ou pelas condições meteorológicas normais. Engloba trabalhos correntes, tais como: a
remoção de lama, limpeza de valetas e bueiros, colocação de saibro e areia e o entulhamento de sulcos e panelas.
- Cada OM Eng é responsável pela rede de estradas den tro da sua Z Aç, cabendo aos escalões superiores avaliar a necessidade ou não de apoio suplementar.
- A extensão da estrada que um elemento pode conserva r é função, entre outros fatores, principalmente, das condições técnicas da estrada, da disponibilidade do material necessário e da intensidade do tráfego.
- Para a conservação das estradas, deve-se ter sempre em vista que:
  é preferível conservar algumas estradas boas entre pontos vitais, a conservar muitas estradas regulares ou de traçados inadequados;
  uma conservação contínua representa, certamente, uma futura economia de tempo, material e trabalho.

3.TRABALHOS DE REPARAÇÃO

a. A reparação de estradas compreende os trabalhos que visam consertar os estragos causados pela ação inimiga ou por condições meteoro lógicas excepcionais, como por exemplo:
  bombardeios;
  destruições;
  obstáculos;

enchentes;
quedas de barreiras;
corridas de aterros;
avalanches.

b. Os cuidados técnicos empregados nas reparações são os mesmos das construções. As soluções tecnicamente corretas são demoradas. Na reparação, esta demora é ampliada, uma vez que requer a investigação da extensão do dano e a retirada do material danificado para permitir a reconstrução da parte afetada, muitas vezes, sem ou com pouco espaço para a manobra dos equipamentos. Influi também, na demora, a ação do inimigo.

c. Assim, é difícil estabelecer soluções técnicas para as E Bda e ED que, em operações ofensivas ou movimentos retrógrados, permanecem pouco tempo na Z Aç.

d. Em alguns casos não será observada a progressividad e dos trabalhos, ferindo esta característica da arma de Eng. Em outros casos, os trabalhos executados pela E Bda serão desfeitos pela ED ou pela E Ex, para que a re paração se dê dentro da técnica recomendada. Valorizando-se, assim, a durabilidade dos trabalhos.

TRABALHOS DE MELHORAMENTOS

Os trabalhos de melhoramentos têm por objetivo a mo dificação das condições técnicas das estradas, a fim de aumentar a sua capacidade de trânsito.

A execução desses trabalhos geralmente impõe uma re dução ou mesmo a interrupção do tráfego e, por isso, devem ser reali zados com oportunidade e rapidez.

As normas técnicas aplicadas aos melhoramentos são as mesmas utilizadas para a construção de novas estradas.

Os trabalhos de melhoramento podem compreender:

alargamento ou aumento da largura da estrada;
modificação do traçado, com o aumento dos raios das curvas;
modificação do perfil longitudinal;
modificação na pista, pela substituição do revestimento existente por outro superior ou pela colocação de revestimento, caso nã o haja;
melhoria das condições de visibilidade nas curvas;
melhoria de drenagem do solo;
reforço de obras-de-arte.

TRABALHO DE CONSTRUÇÃO DAS ESTRADAS

GENERALIDADES

- A construção de estradas na Z Cmb é excepcional porque implica em trabalhos de vulto. Entretanto, algumas vezes pode ser necessári a a construção de pequenos trechos para:

servir de locais de embarque e desembarque;
acessar pontos de suprimento ou depósitos; e
permitir o melhor aproveitamento da rede de estradas existentes.

- A conservação e a construção de estradas de campanha são trabalhos diferentes dos normalmente adotados na prática civil. As condi ções características e normas permanecem as mesmas, porém, as operações militares impõem flutuações no tráfego. O

volume de tráfego, várias vezes, não se enquadra na s possibilidades da rede de estradas, sendo insuficientes e freqüentemente necessitam sup ortar tráfego com grandes concentrações de viaturas. As imposições da situaçã o militar quase sempre exigem trabalhos rústicos e improvisados, executados princ ipalmente com a finalidade de satisfazerem às necessidades mais prementes.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

É BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
É PICADA, D.S, LOPES, J.A. Rochas Sedimentares – Apostila de Geologia Aplicada à Engenharia. Porto Alegre, 1971;
É PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

ASSUNTO 5.3
TOPOGRAFIA

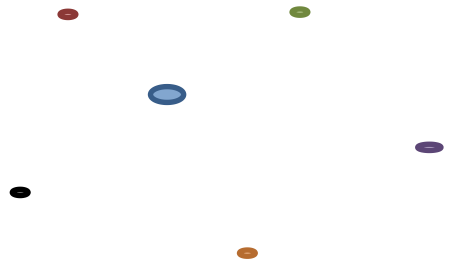
A topografia é indispensável a uma obra de grande vulto. Ela permitirá que se alcance as precisões necessárias dos projetos, evitará que haja excesso de utilização de insumos evitando o desperdício e não permitindo que se oner e ainda mais a obra.

1.CONCEITOS

a. Topografia

A palavra Topografia teve origem do idioma grego em que Topo=lugar e grafia=descrição, ou seja, topografia é a descrição de um lugar. A Topografia é uma ciência que estuda o conjunto de procedimentos para determinar as posições relativas dos pontos sobre a superfície da terra e abaixo da mesma, mediante a combinação das medidas segundo os três elementos do espaço: distância, elevação e direção.

A Topografia explica os procedimentos e operações do trabalho de campo, os métodos de cálculo, o processamento de dados e a representação do terreno em um plano chamado de desenho topográfico em escala. Ela é utilizada em várias áreas de aplicação sendo para execução de levantamentos topográficos bem como implantação de obras. A imagem a seguir, ilustra o conjunto topografia com algumas áreas de aplicação que tem relação com ela.



b.Ponto topográfico

Ponto Topográfico é uma posição de destaque, estrategicamente situado na superfície terrestre.

- *Pontos cotados*: pontos que, nas suas representações gráficas, se apresentam acompanhados de sua altura.
- *Pontos de apoio*: pontos, convenientemente distribuídos, que amarram o terreno ao levantamento topográfico e, por isso, devem ser materializados por estacas, piquetes, marcos (concreto, aço, pedra ou sintético), pinos de metal ou tinta, dependendo da sua importância e permanência.
- *Pontos de detalhe*: Pontos importantes dos acidentes naturais e/ou artificiais, definidores da forma do detalhe e/ou do relevo, indispensáveis à sua representação gráfica.(NBR 13133).

c. Alinhamento topográfico

É uma reta definida por dois pontos topográficos. Serve de referência para o levantamento dos detalhes da superfície, orientação para demarcação de novos pontos em campo, definição de limites de uma propriedade, entre outros.

c. **Levantamento Topográfico**

O levantamento topográfico compreende o conjunto de atividades dirigidas para as medições e observações que se destinam a representação do terreno em um plano ou desenho topográfico em escala.

Podem ser executados para fins:

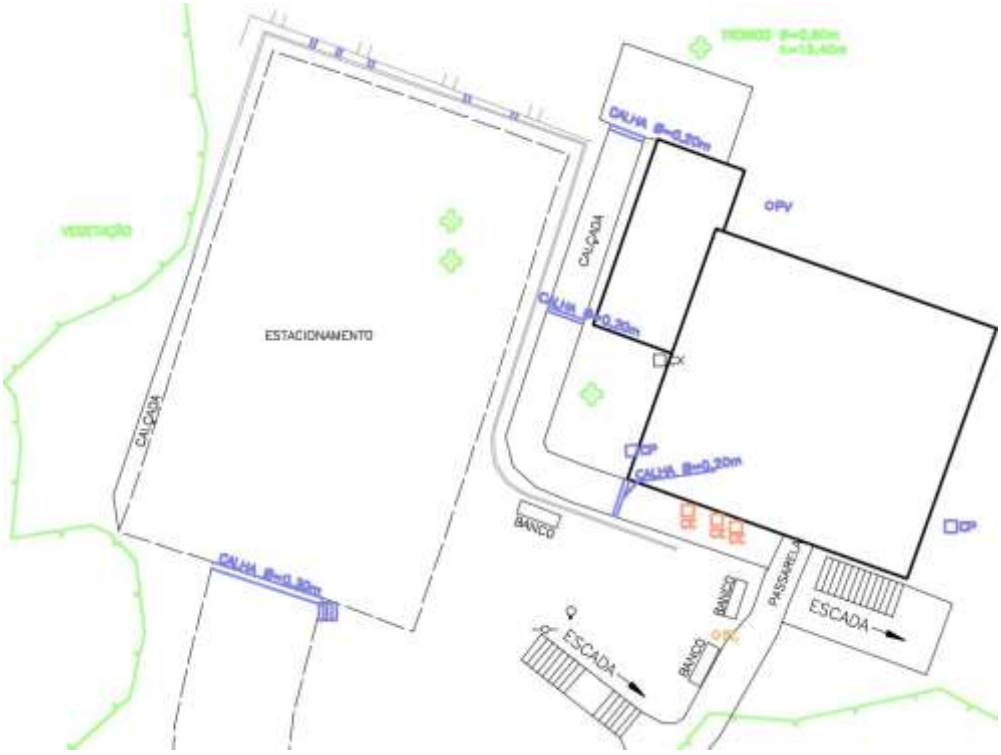
- *de controle:* fornecem arcabouço de pontos diversos com coordenadas e altitudes, destinadas à utilização em outros levantamentos de ordem inferior;

- *cadastrais*: destinado ao levantamento, detalhamento e avaliação de áreas rurais ou urbanas, enfatizando a quantificação da ocupação humana e suas intervenções;

- *de engenharia:* empregado na locação, instalação e construção de obras civis de engenharia e serviço de parcelamento de imóveis etc;
-
- *topográficos*: destinados ao levantamento da superfície topográfica, seus acidentes naturais, culturais e a configuração do terreno.

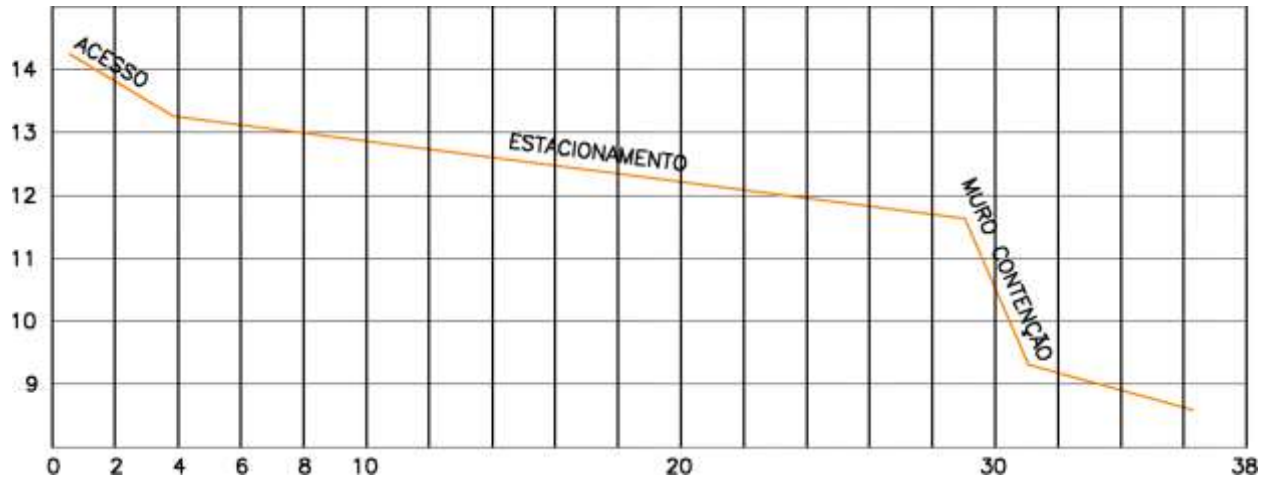
1) Levantamento topográfico planimétrico

Levantamento de detalhes sobre a superfície topográfica, onde o interesse é somente sua posição horizontal, não importando os desníveis existentes. Os detalhes que serão apresentados, dependerão da finalidade do levantamento topográfico.



2) Levantamento topográfico altimétrico

Levantamento que objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência, dos pontos de apoio e/ou dos pontos de detalhes. Não importa a posição planimétrica dos pontos na superfície.



3)Levantamento topográfico planialtimétrico

Levantamento topográfico planimétrico acrescido da determinação altimétrica do relevo do terreno. O objetivo do levantamento planialtimétrico é que o usuário possa ter conhecimento da posição horizontal dos detalhes e interpretação do relevo de forma conjunta.

2. INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS

a. FIO DE PRUMO: instrumento para detectar a vertical do lugar e elevar o ponto. Pode ser adaptado num prisma ortogonal ou num tripé.

b. BALIZA: instrumento que serve para elevar o ponto topográfico com o objetivo de torna-lo visível.

c. NÍVEL DE CANTONEIRA: instrumento utilizado para detectar a vertical de outro instrumento. Pode ser adaptado numa baliza ou numa mira.

d. TRENA: podem ser de fibra de vidro, aço ou ínvar. As trenas de fibra de vidro não são recomendadas pelo fato das fibras de vidro quebrarem e não ser visível ao usuário. As de aço devem ser utilizadas com fator de correção de temperatura.

e. DINAMÔMETRO: é um aparelho que se destina à medição das tensões que são aplicadas aos diastímetros para assegurar que a tensão aplicada seja igual a tensão de calibração.

f. BÚSSOLA: instrumento que se utiliza para a determinação do norte magnético, direções e ângulos horizontais.

g. TEODOLITO: instrumento destinado a medir ângulos horizontais e verticais. Podem ser mecânicos ou eletrônicos (digitais).

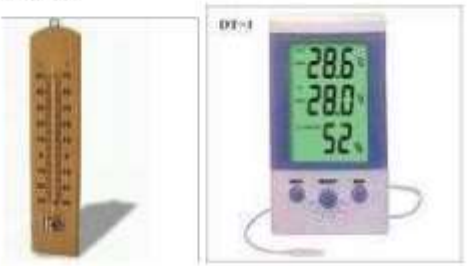
h. ESTAÇÃO TOTAL: teodolito e distanciômetro eletrônicos montados num único bloco e integrados eletronicamente, onde além de ângulos também medem distâncias.

i. TRIPÉ E BIPÉ: utilizado para a sustentação de outros instrumentos como teodolitos, estações totais, níveis, bastão, baliza, etc. Bipé: Suporte para apoio da baliza ou do bastão.

j. BASTÃO: instrumento que serve para elevar o ponto topográfico com o objetivo de torná-lo visível. Possui encaixe ou rosca para adaptação de antena GPS ou prisma.

k. PRISMA: instrumento destinado à reflexão do sinal emitido por um distanciômetro ou uma estação total.

l.TERMÔMETRO: instrumento usado para a medição da temperatura que se destina a correção dos valores obtidos no levantamento



m.BARÔMETRO: instrumento usado para a medição da pressão atmosférica que se destina a correção dos valores obtidos no levantamento.

n.NÍVEL: instrumento destinado a gerar um plano horizontal de referência para calcular os desníveis entre pontos. Podem ser automáticos ou digitais.

p.GNSS: instrumento destinado para medição de coordenadas geodésicas via satélite.

Q.RÁDIO COMUNICADOR: instrumento para comunicação entre os operadores do levantamento.

o.MIRA: instrumento para medir a distância vertical de um ponto até o plano horizontal do nível. Para os níveis digitais, a mira deve ser com códigos de barras.

Estação Total - É um instrumento eletrônico utilizado na medida de ângulos e distâncias . A evolução dos instrumentos de medida de ângulos e distâncias trouxe como conseqüência o surgimento deste novo instrumento, q ue pode ser explicado como a junção do teolodolito eletrônico digital com o distanciômetro eletrônico, montados num só bloco.

A estação total é capaz de, inclusive, armazenar os dados coletados e executar alguns cálculos mesmo em campo. Com uma estação tot al é possível determinar ângulos e distâncias do instrumento até pontos a serem exam inados. Com o auxílio de trigonometria, os ângulos e distâncias podem ser us ados para calcular as coordenadas das posições atuais (X, Y e Z e declividade) dos pontos examinados, ou a posição dos instrumentos com relação a pontos conhecidos, em termos absolutos.

A informação pode ser enviada do teodolito para um computador e um software aplicativo irá gerar um mapa da área estudada.

Algumas estações totais também tem uma interface de GPS que combina essas duas tecnologias para fazer uso das vantagens de ambas (GPS - não necessita que os pontos a serem estudados estejam na linha de visão) .

A maioria dos instrumentos das Estações Totais medem ângulos através de scanner eletro-óptico de extrema precisão de códigos de barra digitais atados em cilindros ou discos de vidro rotativos dentro do instrumento. As Estações Totais de melhor qualidade medem ângulos abaixo de 0,5".

Alguns modelos modernos são robotizados permitindo ao operador controlar a máquina à distância via controle remoto. Isso elimi na a necessidade de um assistente a segurar o prisma refletor sobre o ponto a ser estudado. O próprio operador segura o refletor e controla a máquina a partir do ponto obs ervado.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

b) BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988)

c) C 21-26 - Leitura de Cartas e Fotografias Aéreas
d) C 21-74 - Instrução Individual para o Combate
f) **COLLISCHONN**, Carolina; **CABRAL,** Sergio; **MOREIRA GONÇALVES**, Evelin; **KLEIN**, Ivandro; **HASENACK,** Markus; F**RANÇA**, Rovane Marcos. **Introdução à Ciência Topográfica**. Disponível em: http://agrimensura.florianopolis.ifsc.edu.br

ASSUNTO 5.3
COMPACTAÇÃO DE SOLOS

1. COMPOSIÇÃO DO SOLO

Todo solo possui em sua composição, porcentagens de argila, silte, areias (finas, médias ou grossas), pedregulhos ou pedras e estes materiais terão uma forte influencia em uma obra, principalmente rodoviária. Por isso é necessário que se realize um estudo detalhado do solo, de sua granulometria e de sua reação submetida a esforço.

Compactação é o ato de, artificialmente, aumentar o peso específico do solo por manipulação, agindo-se sob a forma de pressão, apil oamento ou vibração nas partículas do solo.

a. TIPOS DE SOLOS

Os órgãos federais, estaduais e municipais, incumbidos dos programas rodoviários e ferroviários, adotam, atualmente, classificação mai s ou menos uniformes baseadas na comparação direta com o granito e, principalmente, na maior ou menor dificuldade de escavação. São as seguintes as categorias dos mater iais escavados:

1ª categoria: Terra em geral, piçarra ou argila, rocha em, adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade, compatíveis com a utilização dos equipamentos convencionais, como dozers, scrapers, moto-scrapers ou pá-carregadeira. Podem ser desmontados com ferramentas manuais comuns.

2ª categoria: rocha com resistência a penetração mecânica inferio r ao granito-arenito e argilito, por exemplo – blocos de pedra com volume inferior a 1m³, matacões de pedra de diâmetro médio superior a 15 cm, cuja extr ação se processa com emprego de explosivos ou suo combinado de explosivos e máquina s de terraplenagem e ferramentas manuais comuns.

3ª categoria: rocha com resistência a penetração igual ou superio r ao granito e blocos de rocha de volume igual ou superior a 1m³, cuja extração e redução para tornar possível o carregamento, se processa com o emprego contínuo de explosivos.

b. FATORES QUE INFLUENCIAM NA COMPACTAÇÃO DO SOLO

É Granulometria: a resistência de um solo está diretamente ligada com o entrosamento entre as partículas que entram na sua constituição. Por esta razão os solos
de granulometria variável são fáceis de serem compa ctados.
Quanto à sua granulometria, os solos podem ser divididos em cinco grupos básicos:

coesivos: exemplo - argilas e silte.

não-coesivos: exemplo - areia, cascalho e brita.

betuminosos: não é propriamente um tipo de solo, mas sim, uma mistura de betume com agregados.

macadame: é uma mistura de pedra britada Nº 3 e 4, filler e mais um agente de ligação, podendo ser água ou betume.

material orgânico: são vegetais ou outros elementos que estejam em estado de decomposição.

Teor de Umidade: a água tem influência decisiva na compactação dos solos. Serve para lubrificar as partículas, permitindo a formação de uma camada uniforme e densa. Os solos quando compactados com uma certa energia padrão alcançam um estado de densidade máxima para uma umidade particu lar, denominada UMIDADE ÓTIMA.

Energia de Compactação**:** a ação exercida por um compactador através da força estática dinâmica, produzindo energia sob a forma de: compressão, pressão, impacto e vibração. Número de passagens do cilindro, Espessura da camada e Velocidade de compactação.

c. PROCESSOS UTILIZADOS NA COMPACTAÇÃO:
Compressão;
Pressão (amassamento);
Impacto; e
Vibração

Compressão: aplica-se ao material a ser compactado uma força vertical, que é devida ao peso do próprio equipamento (de cima para baixo). Aplica-se em acabamento de asfalto, utilizando os rolos de aço liso.

Pressão (amassamento): aplica-se ao material a ser compactado uma força inclinada, que é devida ao peso do próprio equipamento, e em parte ao efeito de tração e oscilação das rodas. Estes efeitos aumentam a eficiência de compactação, diminuindo o número de passadas. Aplicam-se em misturas asfálticas e solo-cimento, utilizando os rolos pneumáticos; e terraplanagem, tilizando rolo estático pé-de-carneiro.

Impacto: É o processo mais antigo de compactação. Hoje só é utilizado próximo às construções, compactação de valetas, encontro de pontes e viadutos. É o caso típico de compactadores tipo “sapos”, que podem ser acionados mecanicamente ou a ar comprimido. Aplica-se em terraplanagens de grandes volumes, utilizando o rolo pé-de-carneiro estático Tamping.

Vibração**:** É o processo que elimina o atrito entre as partículas do material a ser compactado, possibilitando a reestruturação das mesmas, de modo a diminuir o índice de vazios e, conseqüentemente, au mentar a capacidade de suporte do material (todas as direções). A freqüência de vibra ção é chamada de vibração por minuto (v. p. m.), Aplica-se em solos não coesivos e mistu ras asfálticas, utilizando o rolo vibratório liso; e solos coesivos (rolo vibratóriopé-de-carneiro).

d. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA COMPACTAÇÃO DE SOLO

Rolos lisos: desenvolvem pressões muito altas na superfície, que podem provocar a formação de uma camada resistente, que impede a densificação das camadas inferiores.

Rolos pé-de-carneiro: as patas penetram nas camadas de baixo para cima, até completarem o adensamento.

Rolos pneumáticos : é o equipamento de compactação mais versátil e o que mais recursos oferece, permitindo o seu emprego em quase todos os serviços de compactação, aterros, bases, sub-bases, misturas betuminosas a quente e a frio.

Compactadores vibratórios:

Estes compactadores clássicos só se aplicam na compactação de materiais granulares não-coesivos, em que o efeito é o de rearrumar as partículas e subseqüente, é o de comprimir os contatos entre os grãos, incluind o um certo efeito de esmagamento desses contatos.

a) Rolos lisos: são extremamente úteis na compactação de areias limpas sem coesão.

b) Rolos pé-de-carneiro (dentados): permitem que os materiais granulares e o rendimento do equipamento vibratório sejam maior do que qualquer outro tipo de equipamento, permitindo o seu emprego em camadas de grandes volumes.

c) Rolos pneumáticos : sua aplicação é a mesma dos rolos vibratórios de aço.

2. ENSAIO DE GRANULOMETRIA

Refere-se à distribuição (% por peso) de tamanhos diferentes de partículas, dentro de uma amostra de solo dada. Uma amostra é definida como bem nivelada se apresentar uma boa distribuição nos tamanhos das partículas.

O Teste Granulométrico indicará a necessidade ou nã o da adição de agregados, e de que tipo, para a correção desta característica.

Para aplicações em revestimentos primários recomend amos o traço alvo abaixo:

PENEIRA	PASSAGEM	TOLERÂNCIA
# 1”	100%	0
# 1/2”	85%	+/- 4%

# 4	62%	+/- 4%
# 16	48%	+/- 4%
# 200	24%	+/- 6%

3. ENSAIO DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Estes ensaios visam saber como o solo reage na presença de água. Todos os ensaios deverão ser realizados dentro dos laboratórios para não permitir nenhum tipo de interferência ou contaminação das amostras colhidas .

- Limite de Liquidez **-** é um parâmetro que indica o quanto à matéria mais fina do solo afetada pela presença de água.
- Limite de Plasticidade **-** é o parâmetro que define a coesão e trabalhabilida de dos finos presentes na amostra de solo.
- Índice de Plasticidade**-** é a diferença entre os dois Limites. Este dado revela as características de comportamento do material analisado.

4. ENSAIO DE UMIDADE E DENSIDADE

A engenharia de solos determina que para todo solo há um conteúdo de umidade ideal denominado **UMIDADE ÓTIMA** , no qual é possível obter-se a Densidade Máxima, c om uma dada quantidade de Energia de Compactação.

Os ensaios se realizam em laboratório mediante as provetas de compactação as quais se adiciona água. Os ensaios mais importantes são o de Proctor Normal ou padrão e o de Proctor Modificado.

A relação umidade-densidade, medida em laboratório pelo Ensaio de Proctor, é de fundamental importância no processo de compactação. Por meio deste ensaio, obteve-se as densidades dos solos máximas e as umidades ótimas de compactação.

Em ambos os ensaios se tomam porções da amostra do solo mesclando-a com distintas quantidades de água, apiloando-a em um mo lde (Figura 1) e compacta-a mediante uma massa, tomando nota das umidades e densidades secas correspondentes. De posse desses parâmetros, umidade/densidade seca (umidade em %) se leva os valores obtidos a um gráfico cartesiano onde a absc issa corresponde à umidade e a ordenada à densidade seca. Desenha-se assim uma curva suave e obtém-se o ponto onde se produz um máximo que corresponde à densidad e seca máxima e a umidade ótima.

A diferença fundamental entre o ensaio Proctor Normal e o Modificado é a energia de compactação utilizada, onde no Normal se utiliza um soquete de 2,5 kg caindo de uma altura de 30 cm, compactando-se o solo em 3 camadas com 25 golpes e no Modificado um soquete de 5 kg caindo de uma altura de 45 cm, compactando-se o solo em 5 camadas com 50 golpes do soquete. Essa diferença surgiu devido à existência de equipamentos de compactação modernos e mais pesados o que passou a permitir densidades mais altas em campo.

“A Umidade Ótima deve ser observada durante todo o processo de compactação.”

Massa Específica IN SITU - Método do Frasco de Areia - Usado para determinar a massa específica aparente em campo, através da abertura de um furo no solo e preenchimento deste com areia de densidade conhecida. Da relação entre o peso da amostra escavada com o volume de areia necessário p ara encher o furo tem-se a densidade "in situ" do solo naquele ponto.

5. ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

A compactação é um método de estabilização de solos que se dá por aplicação de alguma forma de energia (impacto, vibração, compressão estática ou dinâmica). Seu

efeito confere ao solo um aumento de seu peso específico e resistência ao cisalhamento, e uma diminuição do índice de vazios, permeabilidade e compressibilidade.

Estudos do processo de compactação do solo têm demo nstrado que diferentes classes de solos apresentam comportamentos distintos quando submetidos ao processo de compactação, devido a vários fatores, tais como: en ergia de compactação, textura, matéria orgânica, umidade e história de tensão.

Portanto, o entendimento do comportamento dos solos, quando submetidos ao processo de compactação, é de grande importância, p rincipalmente para aspectos relacionados ao manejo.

Para uma mesma energia de compactação, as densidades dos solos podem aumentar até atingir um ponto de máximo e, a seguir, diminuí ram com o aumento da umidade.

Através do ensaio de compactação é possível obter a correlação entre o teor de umidade e o peso específico seco de um solo quando compactado com determinada energia.

6. ENSAIO DE RESISTÊNCIA

A medida mais utilizada em todo o mundo para o dimensionamento de pavimentos é o CBR (Califórnia Bearing Ratio), também conhecido no Brasil como ISC (Índice de Suporte Califórnia). O CBR mede a resistência de um dado material (solo ou brita) à carga. Ele reflete a ação do tráfego sobre a superfície ou bas e em uma situação extrema, a imersão (saturação por água).

O CBR é a relação, em percentagem, entre a pressão exercida por um pistão de diâmetro padronizado necessária à penetração no sol o até determinado ponto (0,1"e 0,2") e a pressão necessária para que o mesmo pistão pene tre a mesma quantidade em solo-padrão de brita graduada.

Através do ensaio de CBR é possível conhecer qual será a expansão de um solo sob um pavimento quando este estiver saturado, e fornece indicações da perda de resistência do solo com a saturação.

Apesar de ter um caráter empírico, o ensaio de CBR é mundialmente difundido e serve de base para o dimensionamento de pavimentos flexíveis.

7. ENSAIO DE PERMEABILIDADE

Mede a facilidade com que a água atravessa os vazio s do solo. Pode ser realizado, em laboratório, utilizando-se permeâmetros de carga co nstante (solos arenosos) ou de carga variável (solos argilosos).

a. Permeabilidade

O coeficiente de permeabilidade depende do tamanho e arranjo dos grãos do solo (portanto varia para os diferentes solos) e da temperatura (que determina a viscosidade da água) e índices de vazio. A sua determinação pode s er feita: por meio de fórmulas que o relacionam com a granulometria; no laboratório, utilizando-se permeâmetros (de nível constante ou variável) e in loco pelo chamado ensai o de bombeamento ou pelo ensaio de tubo aberto. Para as argilas a permeabilidade se determina a partir do ensaio de adensamento.

b. Ensaio de permeabilidade a carga constante

Utilizado geralmente para solos granulares (arenosos), um coeficiente é determinado medindo-se a quantidade de água, mantida a nível co nstante, que atravessa em um determinado tempo uma amostra de solo de seção a uma altura conhecida.

c. Ensaio de permeabilidade a carga variável

Utilizado preferencialmente para solos finos. Uma determinada carga é medida na barita graduada de seção conhecida. Durante um pequeno intervalo de tempo determinado, o nível decresce um valor mensurável. O coeficiente é deduzido a partir daí chegando-se a uma fórmula.

8. ENSAIO DE ADENSAMENTO

Entende-se por adensamento a deformação plástica e a redução do índice de vazios de uma massa de solo em função do tempo e da pressã o aplicada.

O ensaio é feito em estágios de pressão aplicada em corpos de prova, geralmente indeformados e saturados, confinados lateralmente com a conseqüente aferição da redução de sua altura. Desse ensaio são interpretad os parâmetros fundamentais para o cálculo de recalques por adensamento.

Utilizando-se edômetros, desenvolvido por Terzaghi, consiste na compressão de uma amostra, geralmente indeformada, de pequena altura em relação ao diâmetro, confinada lateralmente por um anel rígido e colocada entre duas pedras porosas. A carga é aplicada na parte superior da amostra e a compressão é medida com o auxílio de um extensômetro.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

BRASIL. MD. COTER. C 5-38: Estradas. 1. ed. Brasília, DF, 2001.

ASSUNTO 5.4
TERRAPLENAGEM

1. GENERALIDADES

Terraplenagem é a operação destinada a conformar o terreno existente aos gabaritos definidos em projeto. De maneira geral ela engloba os serviços de **corte** (escavação de materiais) e de **aterro** (deposição e compactação de materiais escavados). A conjugação desses dois serviços tem por finalidade proporcionar condições geométricas compatíveis com o volume e tipo dos veículos que irão utilizar a rodovia.

a. OPERAÇÕES BÁSICAS DE TERRAPLENAGEM:

1) Examinando-se a execução de quaisquer serviços de terraplenagem, pode-se distinguir quatro operações básicas de terraplenage m:

Escavação;

Carga do material escavado;

Transporte; e

Descarga e espalhamento.

2) Essas operações podem ser feitas pela mesma máquina ou por diversos equipamentos.

A escavação é o processo empregado para romper a rigidez do solo em seu estado natural, através do emprego de ferramentas cortantes, como a faca da lâmina ou os dentes da caçamba de uma carregadeira, desagregando-o e tornando possível o manuseio.

A carga consiste no enchimento da caçamba, ou no acúmulo diante da lâmina, do material que já sofreu o processo de desagregação, ou seja, que já foi escavado.

O transporte consiste na movimentação da terra do local em que é escavado para onde será colocado definitivamente.

A descarga e o espalhamento constituem execução do aterro propriamente dito. Quando as especificações determinam a obtenção de c erto grau de compactação no aterro haverá, ainda, a operação final de adensamen to (compactação) do solo até os índices mínimos estabelecidos.

b. SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

1) Serviços Preliminares

Conforme destacado anteriormente, a terraplenagem consiste, em termos gerais, na execução de cortes e de aterros. Porém, antes de dar início às operações básicas, é necessária a retirada de todos os elementos, naturais ou artificiais, que não participarão diretamente ou que possam interferir nestas duas operações. Os naturais são constituídos pelas árvores, arbustos, tocos e raízes e os artificiais por construções, cercas, posteamentos, entulhos, etc.. O conjunto de todas essas atividades é designado nas “Especificações Gerais para Obras Rodoviárias” do antigo DNER, atual DNIT, por **Serviços Preliminares**, os quais compreendem o **desmatamento, o destocamento e a limpeza.**

O **desmatamento** envolve o corte e a remoção de toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade. O **destocamento e a limpeza** compreendem a escavação e a

remoção total dos tocos e da camada de solo orgânico.

Além dessas operações, dependendo da situação do trecho em projeto, podem ser introduzidos outros serviços preliminares, como por exemplo:

Remanejamento de postes;
Remoção de cercas;
Remoção de estruturas de madeira;
Demolição de muros, e
Demolição de estruturas de alvenaria.

2) Caminhos de Serviço

Em se tratando de terraplenagem de trecho virgem, ou seja, trecho que não possui uma estrada de ligação de caráter pioneiro é necessário abrir caminho para os equipamentos que levarão o material retirado dos cortes para os aterros. É o que chamamos de **caminhos de serviço** para execução da terraplenagem.

Esses caminhos, que são estradas de padrão apenas suficiente para possibilitar o tráfego dos equipamentos, interligarão, em linhas gerais, cortes com aterros e estes com o canteiro da obra.

No título “caminhos de serviço”, no caso de projeto onde já existe uma ligação rodoviária, encaixam-se as estradas denominadas por **desvios e provisórias**, que constituem as vias para manutenção do tráfego da rodovia.

Entende-se como **desvios** as extensões de vias existentes para as quais será remanejado o tráfego durante o período de construção. Como **provisórias** são considerados os caminhos especialmente construídos para esse fim, nos segmentos onde não haja possibilidade de desviar o tráfego para a implantação antiga ou para estradas já existentes.

Como no caso dos caminhos de serviço destinados à execução da terraplenagem, os desvios e as provisórias terão padrão técnico apenas suficiente à passagem regular do tráfego, recebendo em seu leito camada superior a um revestimento primário somente em casos excepcionais.

Além dessas estradas, ainda são considerados como caminhos de serviço aqueles que se destinam a assegurar o **acesso às ocorrências de materiais** a serem utilizados nos serviços de pavimentação e drenagem, que são as pedreiras (pedra britada), jazidas (materiais já desagregados e solos em geral) e areais (areia). As características técnicas a adotar são as mesmas preconizadas para os demais caminhos de serviço.

3) Cortes

Cortes são segmentos que requerem escavação no terreno natural para se alcançar a linha do greide projetado, definindo assim transversal e longitudinalmente o corpo estradal.

As operações de corte compreendem:

a) escavação dos materiais constituintes do terreno natural até a plataforma de terraplenagem definida pelo projeto (Fig.2.1); [L SEP]

b) escavação para rebaixamento do leito de terraplenagem, nos casos em que o subleito for constituído por materiais julgados inadequados (Fig.2.1); [L SEP]

c) escavação nos terrenos de fundação de aterros com declividade excessiva (comuns nos alargamentos de aterros existentes) para que estes proporcionem condições para trabalho dos equipamentos e estabilidade às camadas a serem sobrepostas;

d) alargamentos além do necessário em algumas porções de cortes para possibilitar a utilização de equipamentos normais (comuns nos casos de escavações em cortes já existentes, Fig.2.1);

e) transporte dos materiais escavados para aterros ou bota-foras.

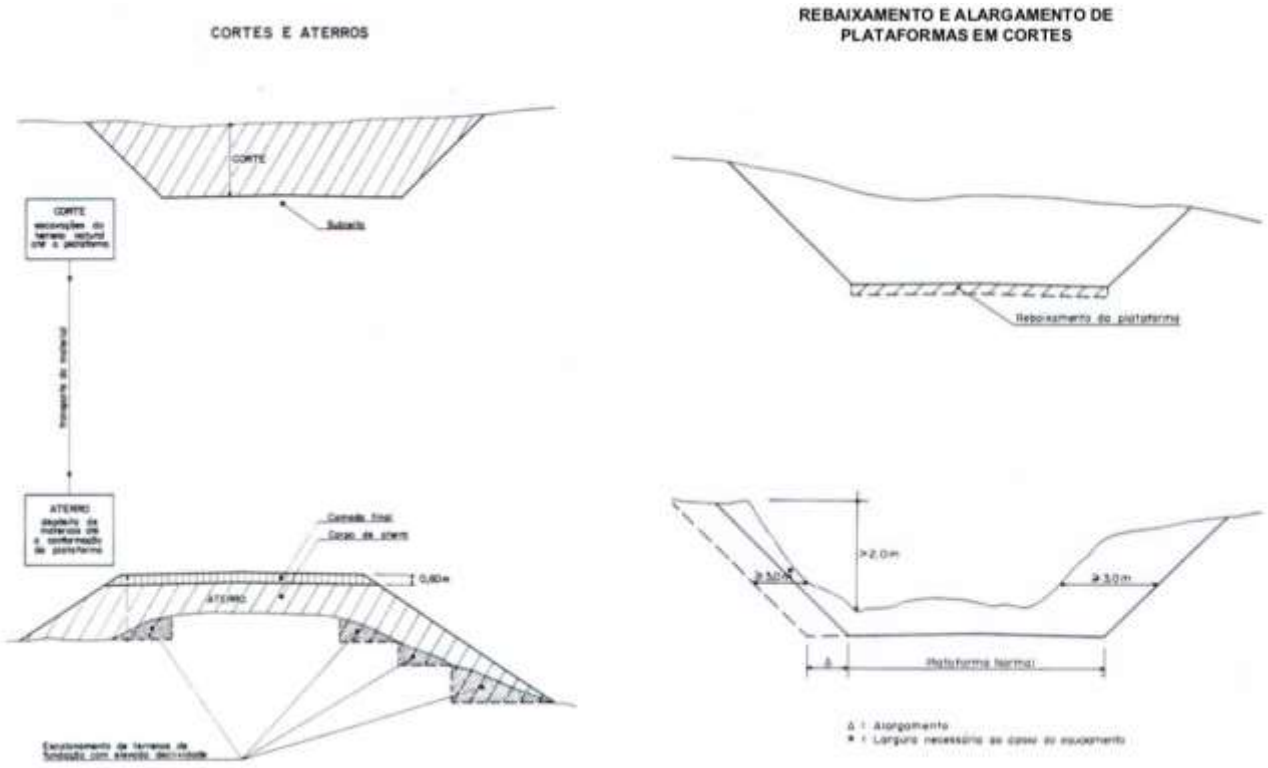


Figura 2.1

4) Empréstimos

Empréstimos são escavações efetuadas em locais previamente definidos para a obtenção de materiais destinados à complementação de volumes necessários para aterros, quando houver insuficiência de volume nos cortes, ou por razões de ordem qualitativa de materiais, ou de ordem econômica (elevadas distâncias de transporte). Dependendo da situação podem ser considerados dois tipos distintos de empréstimos: laterais e concentrados (ou localizados).

a) Empréstimos Laterais

Os **empréstimos laterais** (Fig.2.2) se caracterizam por escavações efetuadas próximas ao corpo estradal, sempre dentro dos limites da faixa de domínio. Nos casos de segmentos de cortes se processa o alargamento da plataforma com conseqüente deslocamento dos taludes e, no caso de aterros, escavações do tipo “valetões”, em um ou ambos os lados. Logicamente, o que vai definir a execução ou não desses empréstimos é a qualidade do material adjacente aos cortes ou aterros em que se fará a escavação e o volume necessário para suprir a carência de material no aterro de destino.

Na execução dos empréstimos laterais algumas exigências devem ser devidamente atendidas:

A conformação final da escavação, tanto em corte como nas adjacências dos aterros, deve seguir uma geometria bem definida, para que proporcione uma aparência estética adequada;

Nos casos de cortes, deve-se dar preferência para escavações do lado interno às curvas, o que aumentará as condições de visibilidade;

Em faixas laterais a aterros não devem ser efetuadas escavações muito profundas, com declividades excessivas, mantendo as condições de segurança e evitando grandes acúmulos de água e erosões. Também nesses casos devem-se tomar todas as precauções para que não sejam comprometidas as obras de arte correntes (bueiros).

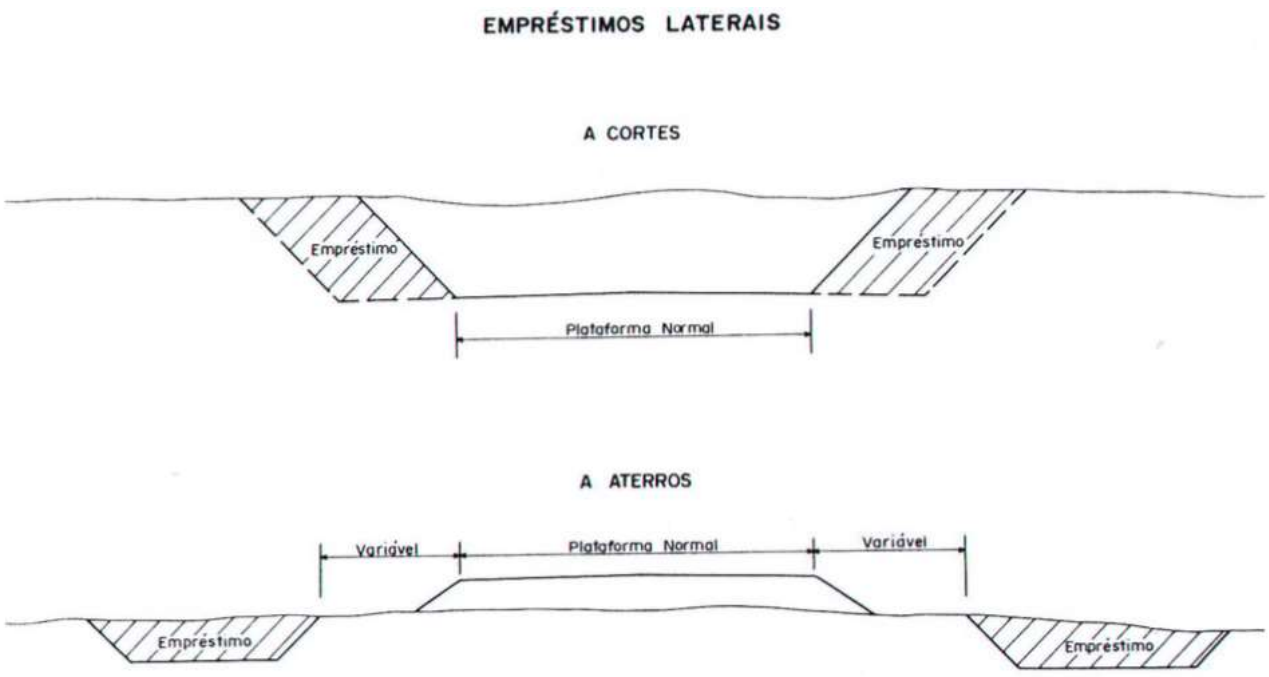
Os eventuais prejuízos ambientais decorrentes da abertura dos empréstimos deverão ser sempre minimizados, impondo-se uma conformação adequada que assegure a correta drenagem das águas precipitadas, assim como a posterior proteção vegetal das áreas deixadas a descoberto.

b) Empréstimos Concentrados

Os **empréstimos concentrados** são definidos por escavações efetuadas em áreas fora da faixa de domínio, em locais que contenham materiais em quantidade e qualidade adequada para confecção dos aterros. A utilização desse tipo de empréstimo se dá quando não existem materiais adequados nas faixas laterais a cortes ou aterros para efetivação de

empréstimos laterais, ou quando esses últimos não proporcionam a retirada do volume total necessário.

Os locais dos empréstimos concentrados ou localizados devem ser selecionados dentre as elevações do terreno natural próximas ao aterro a que se destinará o material, devendo-se definir a área e forma de exploração de tal maneira que, após a escavação, se tenha uma aparência topográfica natural. As medidas minimizadoras dos impactos ambientais sugeridas para os empréstimos lateriais aplicam-se, na totalidade, aos empréstimos concentrados.



5) Aterros

Aterros constituem segmentos cuja implementação requer o depósito de materiais, para a composição do corpo estradal segundo os gabaritos de projeto. Os materiais de aterro se originam dos cortes e dos empréstimos (Fig.2.1).

As operações de aterro compreendem a descarga, o espalhamento, a correção da umidade (umedecimento ou aeração) e a compactação dos materiais escavados, para confecção do **corpo e da camada final** dos aterros propriamente ditos, bem como para substituição de volumes retirados nos rebaixamentos de plataforma em cortes ou nos terrenos de fundação dos próprios aterros.

6) Bota-Foras

Bota-foras são os volumes de materiais que, por excesso ou por condições geotécnicas insatisfatórias, são escavados nos cortes e destinados a depósitos em áreas

externas à construção rodoviária, ou seja, são os volumes de materiais escavados não utilizáveis na terraplenagem.

O local de depósito desses materiais deve ser criteriosamente definido a fim de não causar efeitos danosos às outras obras de construção e ao próprio meio-ambiente.

7) Serviços Especiais

a) Aterros sobre Solos Inconsistentes

Em algumas situações peculiares, impostas pela geologia regional, o projetista de terraplenagem e o executor de tais obras se vêem às voltas com problemas nas fundações dos aterros. Tais problemas dizem respeito à ocorrência, nos terrenos de fundação, de solos possuidores de baixa resistência ao cisalhamento, incapazes de suportar as pressões exercidas pelos aterros sem apresentar rupturas ou deformações apreciáveis.

Estes solos de baixa resistência normalmente são formados sob influência direta da água ("banhados"), gerando materiais com forte contribuição orgânica ("depósitos orgânicos"), de péssimo comportamento geotécnico ("solos moles" ou "solos hidromórficos"). Duas situações são potencialmente favoráveis à ocorrência deste fenômeno:

(1) Em zonas baixas, correspondentes a talvegues intermitentes interceptados pelo traçado, como se ilustra no perfil longitudinal abaixo:

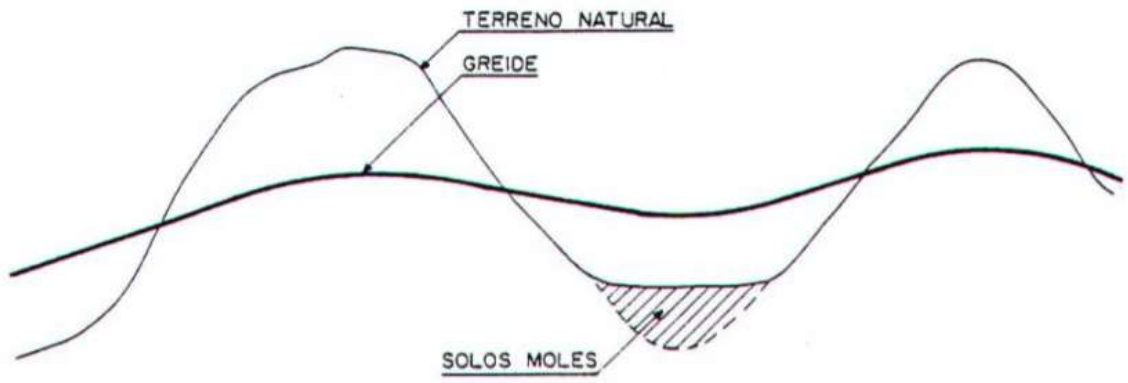


Figura 2.3

(2) Em zonas alagadiças, correspondentes a planícies de inundação de cursos d'água, conforme esquematizado no perfil a seguir:

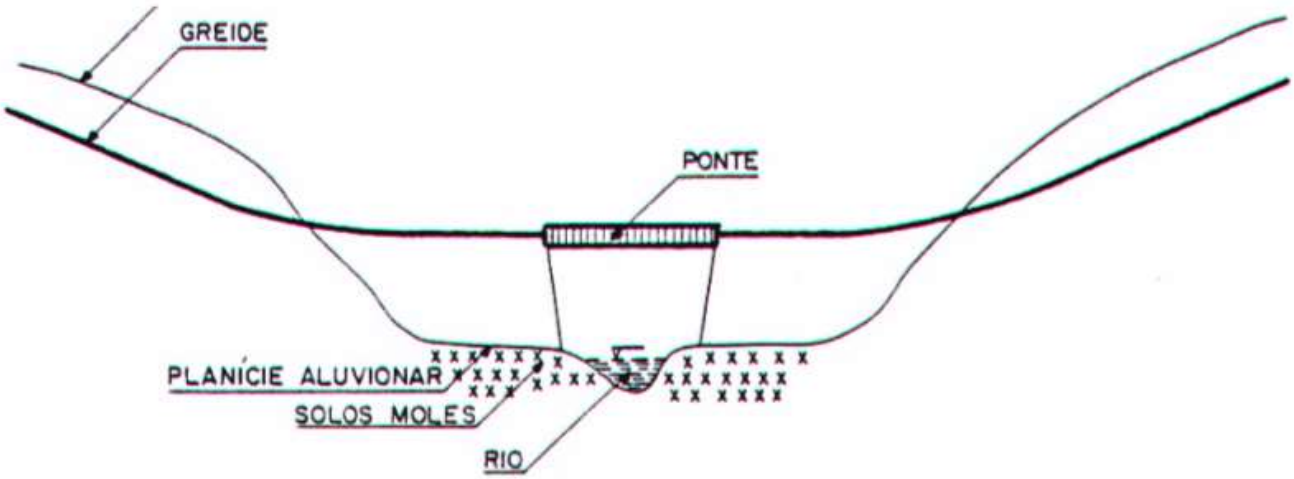


Figura 2.4

Cumpre notar que as planícies aluvionares podem, por vezes, ser de natureza arenosa, quando então não deverão apresentar maiores problemas.

As ocorrências de solos moles apresentam grande diversidade de comportamento, tanto pelas variações nas características físicas dos materiais ocorrentes (coesão, resistência ao cisalhamento) como pela própria magnitude da camada (profundidade, área), para cada caso em particular.

Admitindo-se como premissas básicas que os solos ocorrentes nos terrenos de fundação de um determinado aterro a ser construído são efetivamente “moles” e que qualquer mudança de traçado é impraticável, podem ser cogitados diversos procedimentos especiais, com vistas à viabilização técnica da construção do aterro projetado, como se expõe em continuação.

1ª Solução: Remoção da camada inconsistente

Trata-se do procedimento executivo bastante recomendável. Em linhas gerais, a camada problemática é totalmente removida por equipamentos escavadores especiais, substituindo-se o volume resultante desta remoção por material de boa qualidade, usualmente um produto inerte frente à ação da água. Após, executa-se normalmente o aterro projetado.

2ª Solução: Execução de bermas de equilíbrio

Este segundo procedimento executivo tem tido larga aplicação. Consiste na execução de aterro ladeado por banquetas laterais, gradualmente decrescentes em altura, de sorte que a distribuição das tensões se faz em área bem mais ampla do que aquela que resultaria da utilização de um aterro convencional. Esta melhor distribuição das tensões faz com que,

efetivamente, o sistema “flutue” sobre a camada mole.

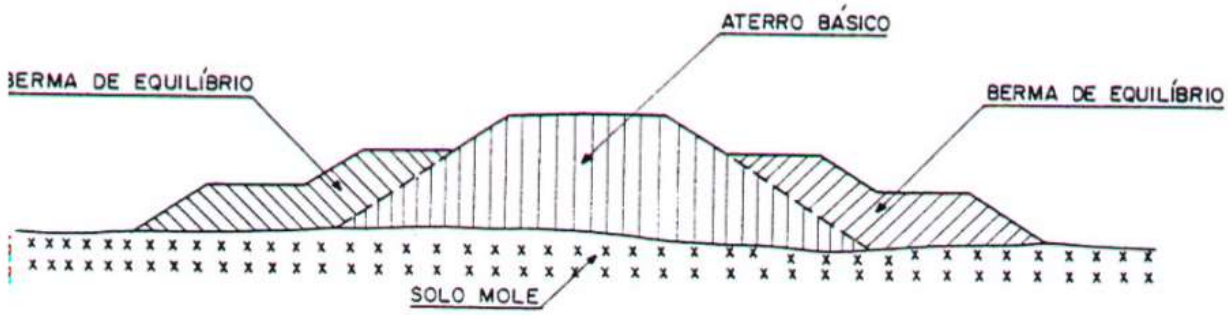


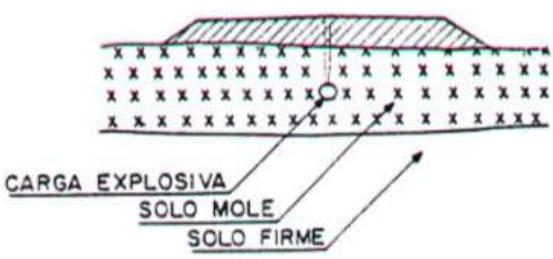
Figura 2.5

3ª Solução: Execução do aterro por etapas

Este procedimento consiste em sobrepor ao terreno de baixa resistência ao cisalhamento, por sucessivas vezes, frações do aterro projetado. A cada nova deposição de material, verificam-se processos de adensamento da camada mole, até que, após um certo número de aplicações, o sistema entre em equilíbrio, permitindo que a execução do aterro se complete normalmente. Cabe notar que cada adição de material não deve superar à chamada “altura crítica”, parâmetro este que representa a máxima carga suportável pela camada mole sem que resultem processos de ruptura. Esta solução não permite previsões muito seguras, não só no que respeita à quantidade de material a ser aplicada até a estabilização do sistema, como também quanto ao prazo necessário à verificação deste evento.

4ª Solução: Expulsão da camada mole por meio de explosivos.

Neste processo, uma porção de aterro projetado é inicialmente sobreposta à camada mole, sucedendo-se a implantação de cargas explosivas no interior deste. A detonação das cargas explosivas, contida superiormente pela porção de solo adicionada, faz com que parte dos solos moles seja expulsa lateralmente e que, como conseqüência, o material sobreposto preencha o volume liberado. Novas adições de material de aterro e detonações fazem com que a camada mole seja gradualmente substituída pelo material importado. Findo este processo, o aterro pode ser normalmente executado.



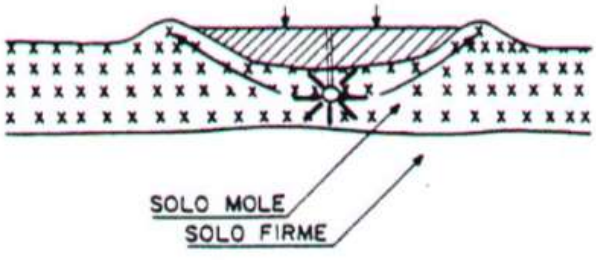


Figura 2.6

5ª Solução: Execução de drenos verticais

Esta técnica construtiva é fundamentada no fato de que a remoção da água que normalmente satura uma camada de baixa resistência ao cisalhamento acelera o processo de adensamento desta camada, gerando, como conseqüência direta, uma melhoria nas suas condições de suporte. Uma prática comum é a de executar drenos verticais preenchidos com areia, adequadamente dispostos em planta e seção transversal, aos quais se sobrepõe um "colchão drenante", composto pelo mesmo material. Segue-se a execução, sobre este colchão, de parte do aterro, a qual exercerá pressão sobre o sistema, forçando a água de saturação a atingir os drenos verticais, ascender por estes e ser eliminada pela camada drenante. A figura abaixo procura ilustrar o processo.

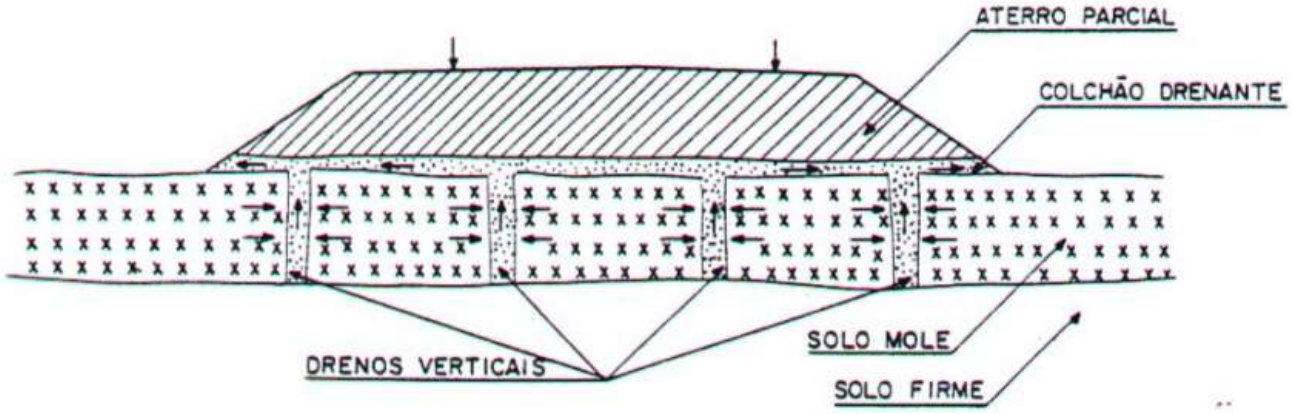


Figura 2.6

6ª Solução: Reforço de Terreno de Fundação com Geossintético

Esta técnica construtiva, introduzida há alguns anos em nosso país, consiste em aplicar sobre a superfície do terreno de fundação, "a priori" da execução do aterro, um geossintético do tipo geotêxtil, geocélula ou geogrelha. As características de um geossintético adequado ao reforço do terreno de fundação de aterros envolvem longa durabilidade, alta resistência à tração e flexibilidade, tornando a solução bastante prática e competitiva.

Critérios econômicos e aspectos particulares da obra fornecerão ao projetista, para cada caso em particular, subsídios à escolha da prática mais recomendável.

b) Aterros sobre Terrenos com Elevada Declividade

A construção de um aterro sobre uma encosta íngreme constitui-se em outro

empecilho executivo, que deverá exigir estudo criterioso e solução adequada. O principal problema reside, neste caso, no entrosamento do terrapleno com o terreno natural, fato agravado se este exibir superfície lisa (rochosa) e/ou tendência a formar zona de percolação de água.

A prática recomenda que se proceda, inicialmente, a escavação de degraus no terreno de fundação, operação esta conhecida como “escalonamento” ou “denteamento”. Removido o material dos degraus, o aterro pode ser normalmente executado, a partir do degrau inferior, formando um maciço entrosado com o terreno natural, como ilustra a figura 2.13. A execução de drenos nos degraus escavados é essencial, quando se verificam zonas de percolação intensa de água.

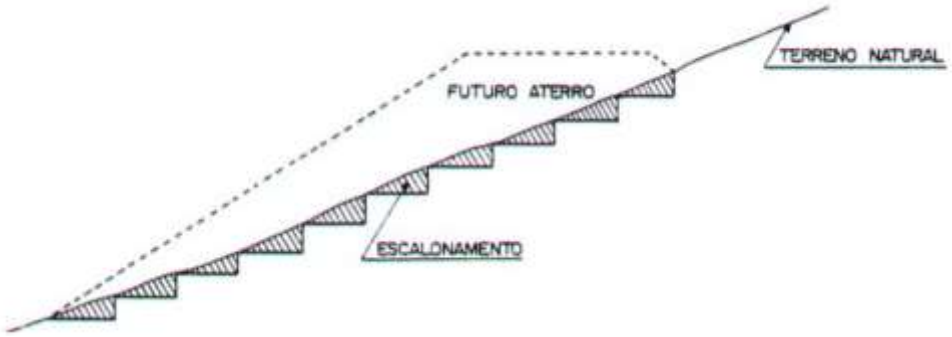


Figura 2.7

c) Banqueteamento de Taludes

A prática de implantação de banquetas (Fig.2.8) nos taludes de cortes ou aterros tem aplicação exclusiva a seções possuidoras de taludes de elevadas alturas.

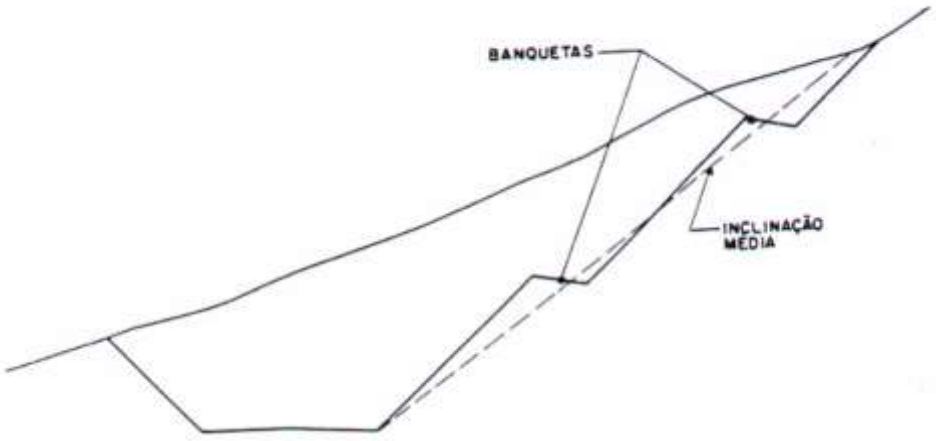


Figura 2.8

Fundamenta-se a indicação de banquetas em taludes em dois pontos básicos, a saber:

Os estudos de estabilidade de taludes, desenvolvidos pelo setor de geotécnica, podem recomendar a execução de banquetas, com vistas a aumentar o fator de segurança de taludes de cortes e aterros muito elevados. É fácil notar que, quanto maior o número de banquetas, tanto mais suave se torna a inclinação do talude, em termos médios.

O setor de hidrologia poderá, também, recomendar a execução de banquetas, em função da "altura crítica em termos de erosão", para cortes ou aterros. Esta altura pode ser entendida como o valor limite, acima do qual a água pluviométrica precipitada e escoada sobre o talude passaria a ter energia suficiente para provocar erosão deste maciço. Se neste ponto-limite for implantada uma banqueta, esta funcionará como coletora e condutora da água precipitada, impedindo a existência de fluxos d'água nos taludes com velocidades passíveis de provocação de erosões.

2. COMPENSAÇÃO DE VOLUMES

A execução de escavações em cortes ou empréstimos determina o surgimento de volumes de materiais que deverão ser transportados para aterros ou bota-foras. Ainda, quanto à configuração do terreno onde se realiza uma operação de corte, esta poderá determinar uma seção dita de "corte pleno" ou uma "seção mista".

Dependendo da situação topográfica do segmento, teremos caracterizados dois tipos distintos de compensação de volumes: compensação longitudinal ou compensação lateral.

Uma compensação é dita longitudinal em duas situações:

- A escavação é em corte pleno, ou a escavação provém de empréstimo não lateral a aterro. Neste caso, todo o volume extraído será transportado para segmentos diferentes daquele de sua origem: de corte para aterro (ou bota- fora); de empréstimo para aterro, unicamente.

- A escavação do corte é em seção mista onde o volume de corte supera o volume de aterro. Neste caso, o volume excedente de corte em relação ao volume necessário de aterro no mesmo segmento terá destinação a segmento distinto do de origem.

A compensação lateral se caracteriza pela utilização de material escavado, no mesmo segmento em que se processou a escavação. É o caso de segmentos com seções mistas ou em que a situação do terreno existente apresente pequenos aterros disseminados em cortes plenos ou vice-versa.

4. FATORES DE CONVERSÃO

É de grande importância para as operações de terraplenagem, tanto no que respeita à etapa de projeto como à própria construção, que se tenha o adequado conhecimento das **variações volumétricas** ocorrentes durante a movimentação dos materiais envolvidos.

Um material a ser terraplenado, possuidor de massa **m**, ocupa no corte de origem um volume V_{corte}. Ao ser escavado, este material sofre um desarranjo em suas partículas, de forma que a mesma massa passa a ocupar um volume V_{solto}. Finalmente, após ser descarregado e submetido a um processo mecânico de compactação, o material ocupará um terceiro volume, V_{comp}. Para os solos, materiais mais freqüentemente envolvidos nas operações de terraplenagem, prevalece entre estes volumes a seguinte relação:

$$V_{comp} < V_{corte} < V_{solto}$$

Em se tratando de uma mesma massa **m** a ser terraplenada, é fácil concluir que as variações nas densidades (ou massas específicas aparentes) do material obedecerão às desigualdades abaixo:

$$D_{comp} > D_{corte} > D_{solta}$$

Nota-se, portanto, e a prática confirma esta assertiva, que o material (solos em geral) compactado no aterro terá uma densidade final superior a aquela do seu local de origem e, conseqüentemente, ocupará um volume menor do que o ocupado originalmente.

Em vista do exposto, foram conceituados alguns fatores, aqui designados genericamente por **fatores de conversão,** que objetivam permitir a transformação imediata entre os volumes verificados nas três etapas de terraplenagem retro-enumeradas. São eles:

a. Fator de Empolamento

$$F_e = \frac{V_{solto}}{V_{corte}}$$

É um parâmetro adimensional, sistematicamente maior do que a unidade. Permite que, conhecidos o volume a ser cortado e a capacidade volumétrica das unidades transportadoras, se determine o número de veículos a ser empregado para permitir o transporte do material escavado e "empolado". Por outro lado, propicia a estimativa do volume ocorrente no corte a partir da cubação do material nas unidades transportadoras.

Pode ser definido, ainda, o parâmetro chamado "empolamento", que representa, em termos percentuais, qual o incremento de volume que resulta após a escavação de um material de um corte:

$$E\,(\%) = \left(\frac{V_{solto} - V_{corte}}{V_{corte}}\right) \times 100$$

b. Fator de Contração

Trata-se também de parâmetro adimensional, assumindo, para os solos, valores inferiores à unidade. No entanto, quando a escavação for executada em materiais compactos (rocha sã, p.ex.) de elevada densidade “in situ”, resultará fator de contração superior à unidade. Este parâmetro permite que se faça uma estimativa do material, medido no corte, necessário à confecção de um determinado aterro.

$$F_c = \frac{V_{comp}}{V_{corte}}$$

c. Fator de Homogeneização

O objetivo deste parâmetro, também adimensional, é similar ao do fator de contração, ou seja, estimar o volume de corte necessário à confecção de um determinado aterro. Sua aplicação é voltada para a etapa de projeto constituindo-se em subsídio fundamental ao bom desempenho da tarefa de distribuição do material escavado. Sendo o inverso do fator de contração, assume valores superiores à unidade para solos, e inferiores para materiais compactos.

$$F_h = \frac{V_{corte}}{V_{comp}} = \frac{1}{F_c}$$

3. NOÇÕES SOBRE EQUIPAMENTOS DE TERRAPLENAGEM

Neste tópico procura-se fazer uma descrição sumária dos equipamentos e implementos usualmente empregados nas obras de terraplenagem, bem como das tarefas que lhes são afins.

a. Classificação

A classificação proposta por Cândido do Rego Chaves, em sua obra “Terraplenagem Mecanizada”, discrimina os principais equipamentos de terraplenagem da seguinte maneira:

Unidades tratoras;
Unidades escavo-empurradoras;
Unidades escavo-transportadoras;
Unidades escavo-carregadoras;
Unidades aplainadoras;
Unidades transportadoras, e
Unidades compactadoras.

1) Unidades Tratoras

Os **tratores** são as unidades básicas de terraplenagem, exercendo a função de tracionar ou empurrar outras máquinas e, quando equipados com implementos especiais, elaborar as mais diversas tarefas. Conforme se locomovam sobre pneumáticos ou esteiras, as unidades tratoras recebem as designações, respectivamente, de **tratores de rodas ou tratores de esteiras.** As esteiras de um trator são compostas por placas de aço articuladas, equipadas com saliências que penetram no terreno, aumentando a aderência do equipamento.

As condições particulares inerentes a cada aplicação definirão acerca da adequabilidade de utilização dos dois tipos de unidades tratoras. Como regra geral, os tratores de pneus apresentam vantagens decorrentes de sua maior velocidade de translação (até 70 km/h), o que favorece seu emprego a distâncias mais longas. Por outro lado, os tratores de esteiras desempenham melhor suas atividades quando atuando em terrenos com forte declividade ou com baixa capacidade de suporte, pela sua melhor aderência e flutuação, muito embora desenvolvendo velocidades mais limitadas (a máxima é da ordem de 10 km/h). Esta condicionante de velocidade limita o emprego dos tratores de esteiras a distâncias moderadas.

2) Unidades escavo-empurradoras

As unidades tratoras equipadas com lâmina frontal acionada por comando hidráulico, são aplicadas em tarefas combinadas de escavar e empurrar o material terroso, daí a designação de “unidades escavo-empurradoras”.

Dentre as tarefas de terraplenagem usualmente desenvolvidas pelos tratores de lâminas, destacam-se:

- Desmatamento, destocamento e limpeza de terreno:
- Construção de caminhos de serviço;
- Execução de compensações laterais, nas seções em meia-encosta;
- Escavação e transporte de pequenos volumes a distâncias inferiores a 50 m;
- Desbaste transversal do terreno, próximo ao “off-set”, para permitir o deslocamento longitudinal dos equipamentos de pneus, em locais com forte inclinação lateral;
- Suavização da declividade do terreno nos pontos de passagem corte/aterro, para facilitar o desempenho dos “scrapers”;
- Espalhamento, no aterro, do material depositado por unidades transportadoras, preparando campo para atuação dos equipamentos de compactação;
- Como unidade empurradora (“pusher”), para auxiliar a operação de carregamento dos “scrapers”.

3) Unidades escavo-transportadoras

Estas unidades de terraplenagem executam as seguintes atividades: escavação, carga, transporte e descarga de materiais soltos, entre distâncias médias e longas.

Basicamente, há dois tipos de unidades escavo-transportadoras: o “scraper” rebocado e o “moto-scraper”. O funcionamento de ambos é, em grande parte, similar.

O “scraper” rebocado é uma unidade tracionada por uma unidade tratora, composta por uma caçamba montada sobre dois eixos equipados com pneumáticos. O acionamento dos comandos é feito por sistema de cabos e polias.

Já no “motoscraper” a caçamba dispõe de um único eixo de pneumáticos, apoiando-se diretamente na unidade tratora, que poderá ser um trator rebocador de um único eixo (mais comum) ou de dois eixos de pneumáticos. Os movimentos do “motoscraper” são executados por meio de pistões hidráulicos.

Em ambas as unidades, a escavação é propiciada por lâmina de corte, a qual entra em contato com o terreno pelo abaixamento da caçamba, ao mesmo tempo em que o **avental** é levantado.

A carga é obtida pelo deslocamento do “scraper”, fazendo com que a lâmina penetre no terreno e com que o material cortado seja empurrado para o interior da caçamba. Neste ponto, é fundamental a atuação de trator auxiliar atuando como “pusher”, para que a unidade escavo-transportadora apresente produção satisfatória, pela redução do tempo de carga.

Tendo sido completada a carga da caçamba, esta é levantada ao mesmo tempo em que o “avental” se fecha, iniciando-se o transporte até o local de destino.

A descarga é executada com o abaixamento da caçamba, sem que esta entre em contato com o terreno, ao mesmo tempo em que se aciona a placa de ejeção, que empurra o material para a frente, auxiliando na sua expulsão.

Para procurar solucionar as dificuldades durante a etapa de carregamento, eliminando a necessidade do “pusher”, os fabricantes de equipamentos desenvolveram outros tipos de unidades escavo-transportadoras, como o “motoscraper” com eixo traseiro também motriz ou o “scraper” cuja caçamba é equipada com um sistema elevador de material.

4) Unidades escavo-carregadoras

Esta classe compreende aqueles equipamentos que executam operação de escavação e carga do material escavado sobre outro equipamento, este último participando nas tarefas de transporte e descarga.

As unidades escavo-carregadoras podem se enquadrar, por sua vez, em dois grupos distintos: as escavadeiras e as carregadeiras. As máquinas integrantes de ambos os grupos executam as mesmas operações (escavação e carga) ,diferindo, no entanto, quanto à sua

constituição.

a) Carregadeira

Normalmente conhecidas como pás-carregadeiras, estas máquinas são montadas sobre tratores de esteiras ou de pneumáticos, possuindo uma caçamba frontal acionada por braços de comando hidráulicos.

A utilização de esteiras garante às pás-carregadeiras grande mobilidade, sendo possível o emprego destes equipamentos em locais de pequenas dimensões. É marcante, também, a vantagem das pás sobre esteiras quanto aos aspectos inerentes à aderência e ao deslocamento sobre terrenos com baixa capacidade de suporte. A outro lado, os equipamentos sobre esteiras apresentam desvantagens em relação aos montados sobre pneus, no deslocamento em longas distâncias; porquanto estes últimos são auto-suficientes, enquanto os primeiros requerem transporte através de carretas.

b) Escavadeira

As escavadeiras ou pás-mecânicas são equipamentos constituídos por uma infraestrutura, em geral apoiada sobre esteiras, que suporta conjunto superior que pode girar em torno de seu eixo vertical. A particularidade inerente às pás-mecânicas é que estas trabalham estacionadas, cabendo à sua superestrutura a movimentação necessária à carga e descarga do material.

O deslocamento longitudinal das escavadeiras, por ser muito lento, fica restrito ao âmbito de seu local de trabalho, sendo requerido o emprego de carretas para transporte destas máquinas a distâncias maiores.

A retro-escavadeira é um equipamento similar a escavadeira, diferenciando- se pelo fato de que a caçamba trabalha invertida, ou seja: voltada para baixo. Destina-se à operação abaixo do nível do seu plano de apoio, garantindo boa precisão nas dimensões da vala escavada. As máquinas modernas são acionadas hidraulicamente

5) Unidades aplainadoras

As unidades aplainadoras (motoniveladoras) são equipamentos dedicados essencialmente a operações de acabamento final da área terraplenada.

- Dentre as inúmeras aplicações destes equipamentos, destacam-se as seguintes:
  - Remoção de vegetação leve e de camada vegetal;
  - Construção de valas;
  - Espalhamento de materiais empilhados ou disposto sem cordões;
  - Mistura, na pista, de dois ou mais materiais previamente pulverizados (atividades em geral de pavimentação);
  - Acabamento da plataforma de terraplenagem (ou também de camadas granulares de pavimentos), mediante ação cuidadosa da lâmina trabalhando em corte, e

- Acabamentodetaludes,medianteposicionamentolateraldelâmina.

6) unidades transportadoras

As unidades transportadoras são utilizadas em operações de terraplenagem, quando as distâncias de transporte são elevadas a ponto de tornar anti-econômico o emprego de “motoscrapers”. Executam apenas operações de transporte e descarga, devendo o seu carregamento se dar pela ação de unidades escavo-carregadoras.

As unidades transportadoras mais freqüentemente empregadas são:

- caminhão basculante;
- os vagões;
- os “dumpers”, e
- os caminhões “fora-de-estrada”.

7) Unidades compactadoras

Estes equipamentos objetivam densificar os solos distribuídos nos aterros, reduzindo os seus índices de vazios e conferindo-lhes maior estabilidade.

Existem diversos tipos de unidades compactadoras à disposição no mercado, sendo de uso mais comum as seguintes:

- rolo de pneumáticos;
- rolo pé-de-carneiro, e
- rolos vibratórios.

b. Tempo de Ciclo

Tempo de ciclo de um equipamento é o intervalo de tempo necessário para a execução de uma operação completa de uma série de operações repetitivas. Assim, o tempo de ciclo de um trator de lâmina que empurra uma certa quantidade de terra, corresponde ao intervalo de tempo que o mesmo consome em, iniciar o movimento de empurrar a terra, parar, voltar, parar de novo e iniciar o movimento de empurrar uma nova carga. O tempo de ciclo pode ser decomposto em duas parcelas denominadas de **tempo fixo** e **tempo variável**. **Tempo fixo**: é o necessário para que um equipamento possa carregar (ou ser carregado), descarregar, fazer a volta, parar e iniciar um novo ciclo, tempo esse mais ou menos igual em um dado serviço; **Tempo variável**: é o necessário para que um equipamento se locomova do local de carregamento, até o local onde efetua a descarga e retorne ao local de carregamento. Os tempos fixos podem ser obtidos de tabelas fornecidas pelos fabricantes de equipamentos, tabelas que indicam os tempos gastos em condições normais de trabalho.

É aconselhável determinar o tempo variável com maior precisão no campo, registrando os tempos, efetivamente, gastos pelos equipamentos, em condições reais de serviço.

Exemplo prático:

Número de caminhões basculantes servidos por uma pá carregadeira

O número de caminhões basculantes servidos por uma pá carregadeira, para que não haja unidades paradas, pode ser determinado pela expressão seguinte:

$$n = \frac{T_t}{t_c}$$

Sendo:

- **n** = Número de caminhões atendidos;

- **Tt** = tempo de ciclo do caminhão basculante (todos do mesmo modelo);

- **tc** = tempo total de carregamento do caminhão. **Determinação do tempo de ciclo do caminhão basculante** Para as unidades de transporte, na determinação do tempo de ciclo, devem ser consideradas duas novas parcelas no tempo fixo: o **tempo de carregamento** e o **tempo gasto de parada, descarga e partida**. De acordo com a fórmula geral, tem- se:

$T = t_f + t_v$

Para o caminhão basculante o tempo de ciclo será:

$T_t = t_c + t_{pdp} + t_v$

O tempo de carregamento **tc** é obtido pelo produto correspondente ao número de ciclos que a pá necessita para o carregamento da caçamba do caminhão, pelo tempo de ciclo da pá carregadeira (**0,32** minutos, para a pá de esteiras e **0,40** minutos, para a pá de rodas).

O número de ciclos da pá pode ser determinado dividindo-se o volume coroado do caminhão basculante pelo volume coroado da caçamba da pá carregadeira.

Será adotado um número inteiro caso o resultado seja fracionário.

O tempo de parada, descarga e partida (**tpdp**) varia com o volume da caçamba do caminhão basculante.

O tempo variável, preferencialmente, deve ser obtido no local de trabalho. Se não for assim determinado tem que ser calculado pela fórmula geral, exigindo o conhecimento das velocidades de deslocamento do caminhão basculante.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BORGES NETO, Camilo; JAWORSKI, Tadeo. Equipamentos para Escavação-Comapctação e Transporte. Ed Revisada e digitalizada. Curitiba, 2018.
- BLASI, Gilza; COSTA, Roberto; KUSTER FILHO, Wilson; PEREIRA, Djalma; RATTON, Eduardo. Introdução à Terraplenagem. Publicação da UFPR, 2006.
- BRASIL. MD. COTER. **C 5-38**: Estradas. 1. ed. Brasília, DF, 2001.

ASSUNTO 5.5
SUPERESTRUTURA RODOVIÁRIA

1. INTRODUÇÃO

A engenharia rodoviária é uma das mais antigas arte s conhecidas pela humanidade. O desenvolvimento da indústria e o aperfeiçoamento dos veículos de transporte induziram alterações e aperfeiçoamentos na Construção de Estradas e nos seus Métodos. A construção de estradas remonta a época dos primeiros aglomerados humanos. Os homens de então escolhiam os mais curtos e mais seg uros caminhos para chegar a seus locais de pesca ou caça, estabelecendo trilhas, eventualmente dotadas de pontes de troncos caídos (pinguelas). Com o uso de animais de carga, essas trilhas precisaram ser melhoradas, aumentando-se sua largura e altura livre, além dos melhoramentos nas travessias de cursos d'água.

As primeiras estradas construídas pelo homem foram feitas em regiões montanhosas ou de floresta densa, locais em que existiam maiores empecilhos ao tráfego; por outro lado, o primeiro pavimento utilizado foi uma forração de troncos e galhos sobre terrenos brejosos, ainda hoje conhecida como "estiva". A introdução da roda deu grande impulso ao transporte terrestre, gerando a necessidade de melhores caminhos e forçando o desenvolvimento de novas técnicas de construção rodoviária. A possibilidade de transportar maiores quantidades de carga gerou uma correspondente necessidade de melhorias no leito dos caminhos, das pontes e do traçado dos mesmos, evitando-se assim, a passagem por brejos e atoleiros.

A construção de estradas teve grande incremento com o advento da escravidão nas antigas civilizações (Assíria, Babilônia, Pérsia e, especialmente, no Império Romano). Nessa fase, o processo de construção de estradas estava diretamente ligado às necessidades de defesa, pois essas estradas, basicamente, ligavam as cidades às fronteiras. Dessa forma, as razões militares tivera m influência marcante no desenvolvimento das técnicas de construção rodoviár ia. Durante esse mesmo período, o comércio se utilizava mais do modal hidroviário, em virtude do seu baixo custo e maior segurança. Essa situação foi acentuada pela dissociação territorial dos diversos países e pela falta de conexão entre estradas, perdurando du rante toda a idade antiga até a época Feudal.

Durante esse período, houve grande aperfeiçoamento no modal hidroviário, apesar de, ao fim do período feudal, existir na Europa, uma rede de estradas de razoável qualidade, principalmente nos locais onde não havia rios ou la gos. Na Ásia, as estradas se desenvolveram através de rotas de caravanas, que ligavam a Ásia Central à Grécia, Roma e China. Essas rotas eram largas faixas de terra limpa, com vegetação forrageira e água para os animais. O caminho era marcado apenas por poços e estalagens, com passos e pontes isoladas nos rios.

A construção de pontes de pedra em arco surgiu na Antiga Pérsia, onde se usaram arcos em ogiva, porém, com os Romanos e seus arcos semi-circulares, essa construção tomou grande alento. Nas civilizações antigas, os pavimentos eram usados principalmente nas ruas das cidades e nos acessos aos Templos. Na Assíria e Babilônia foram extensivamente usados tijolos de barro cozido, bem como o Mastique Asfáltico, composto de betume natural, areia, argila e cascalho. Na pavimentação de ruas eram muito usadas placas de calcário.

Sem dúvida, os grandes construtores de estrada da a ntigüidade foram os romanos, que implantaram uma extensa rede de estradas na Europa e África. O historiador Tácito

afirmava que “as estradas romanas são necessárias a os comerciantes e às legiões de Roma”, mostrando que as estradas eram uma demonstração do poder do Império. A rede rodoviária do Império Romano, construída ao longo d e 700 anos, chegou a uma extensão do 90.000 km, 14.000 deles na atual Itália. Se cont armos as estradas secundárias de terra ou de cascalho, a rede passaria dos 300.000 km.

As principais vias romanas eram construídas em rocha sólida, incorporando de 10.000 a 15.000 m3 de rocha por quilômetro, o que significa 4 a 6 vezes o volume atualmente gasto em rodovias de bom padrão. Os materiais usado s nas estradas romanas eram o cascalho, conglomerados e pedra cortada em placas. A queima do calcário já era conhecida, o que proporcionou o uso extensivo de argamassa e concreto, utilizando uma mistura de cal, pozolana (cinza vulcânica) e areia.

Os romanos ficaram conhecidos pelas suas pontes, com exemplos ainda em operação na França, Itália e Espanha.

Como regra geral, o traçado das estradas romanas era o mais reto possível, ignorando os obstáculos naturais. Desse modo, surgia a necess idade de inúmeras obras de arte. Como exemplo, podemos citar um aterro com 35 m de altura na Vila Appia, perto de Terracina e um túnel, perto de Nápoles, com 1300 m de comprimento, 10 m de altura e 8 m de largura. A intervalos de 10 a 15 km, ao longo dessas estradas, havia estalagens, com estábulos onde eram mantidos até 40 cavalos. Os mensageiros militares usavam tais estalagens como ponto de troca, podendo fazer até 150 km por dia.

Com a queda do Império Romano e o surgimento do Feudalismo, a economia se contraiu e as estradas perderam sua importância, en trando em decadência até o fim do período Feudal, quando os pequenos estados começaram a ser unificados em Reinos. Na segunda metade do século XVIII começa um novo período de atividade em construção rodoviária na Europa, onde se incrementou a rigidez das superfícies, criando condição de tráfego a veículos mais pesados.

No principio, as técnicas de construção foram copiadas dos Romanos, porém, com a escassez de materiais e de mão-de-obra, a quantidad e de rocha utilizada foi sendo gradativamente reduzida, e, através de pesquisas foram sendo desenvolvidas novas técnicas de construção. Dois métodos importantes foram nessa época desenvolvidos, recebendo o nome de seus inventores. O sistema inventado por Tresaguet consistia em se escavar uma trincheira no terreno natural, com declividades transversais e preenchê-la com uma camada de 24 a 27 cm de pedra britada; as laterais do pavimento eram contidas por lajes de pedra (guias). Scot McAdam desenvolveu um sistema que consistia em dispor sobre o terreno natural, uma camada de 25 cm de pedra britada, compactada com rolos pesados. Esse método foi o primeiro a relacionar a capacidade de suporte do terreno com a durabilidade do pavimento.

Métodos como esses garantiram por todo o século XIX, estradas de razoável qualidade para veículos de tração animal, porém mostraram-se inadequados quando do aparecimento dos veículos automotores. As condições de aderência entre as rodas e o pavimento levaram a se estudar formas de solidarização entre as partículas granulares componentes do pavimento. Enquanto o tráfego de aut omóveis não era muito grande, as estradas poderiam servir tanto para veículos motorizados como para veículos de tração animal.

As características dos traçados foram adaptadas aos automóveis, como o aumento dos raios das curvas horizontais e a eliminação de variações bruscas da diretriz. No período anterior à Primeira Guerra, com o aumento no número de automóveis, acabou por ficar patente que veículos de tração animal não pod eriam conviver na mesma estrada que os automóveis, gerando as primeiras rodovias de concepção atual.

Do ponto de vista físico o pavimento é uma estrutura em camadas, que recebe em sua superfície solicitações do tráfego de veículos com rodas flexíveis (pneus) e se apóia diretamente sobre a fundação.

Em função da maior ou menor rigidez da estrutura o pavimento pode ser denominado rígido ou flexível.

As principais funções dos pavimentos são:

a. Resistir aos esforços verticais oriundos do tráf ego e distribuí-los;

b. Melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;

c. Resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento; e

d. Resistir às ações do intemperismo.

As cargas que solicitam um pavimento são transmitidas por meio das rodas pneumáticas dos veículos. A área de contato entre o s pneus e o pavimento tem a forma aproximadamente elíptica, e a pressão exercida, dad a a relativa rigidez dos pneus, tem uma distribuição aproximadamente parabólica, com a pressão máxima exercida no centro da área carregada.

Para efeito de dimensionamento do pavimento, pode-se admitir uma carga aplicada gerando uma pressão de contato uniformemente distri buída numa área de contatos circular.

A pressão de contato é aproximadamente igual à pressão dos pneus, sendo a diferença desprezível para efeito de dimensionamento.

As camadas que constituem o pavimento são compostas de materiais granulares (solo, pedregulho, cascalho, pedra britada etc.) podendo ser acrescidos de um material estabilizante (cal, cimento, betumes etc.) para melhorar as propriedades físicas do material granular.

Os pavimentos mais simples são constituídos pelo su bleito, base e revestimento. Mas podem ainda, constituir-se de outras camadas adicionais como a regularização e reforço do subleito e a sub-base, conforme a sua necessidade. O problema da definição da constituição e espessura das camadas que constituem os pavimentos é estabelecido no dimensionamento do mesmo.

Entretanto, admite-se que essas camadas à partir do subleito, vão ficando técnica e economicamente mais nobres, à medida em que elas se aproximam do revestimento.

2. TIPOS DE REVESTIMENTOS

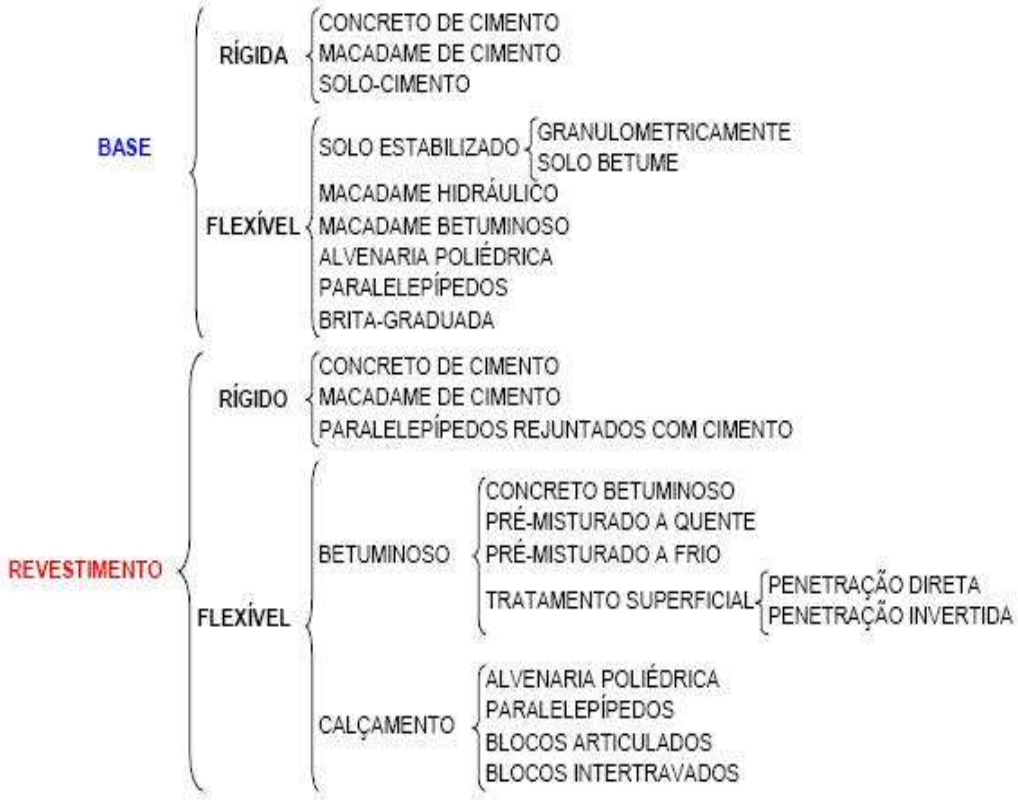
O revestimento é a camada destinada a resistir diretamente às ações do tráfego, a impermeabilizar o pavimento, a melhorar as condições de rolamento, no que se refere ao conforto e à segurança, e a transmitir, de forma atenuada, as ações do tráfego às camadas inferiores.

De uma forma geral, os pavimentos podem ser classificados em Rígidos e Flexíveis. a.

Pavimentos Rígidos - São constituídos basicamente por uma placa de concr eto pouco deformável (constituído principalmente por co ncreto de cimento Portland) que praticamente absorve toda a solicitação, distribuindo-a em uma grande área. Ao chegar ao subleito, a carga encontra-se suficientemente amortecida.

b. Pavimentos Flexíveis - São compostos por várias camadas puramente granulares que devem trabalhar em conjunto, cada uma delas absorvendo parte das solicitações

impostas e transmitindo o restante às camadas localizadas em níveis inferiores. A parte superior é constituída, normalmente, de revestimento betuminoso delgado sobre camadas, admitindo um certo limite de deformações sem se romper.



(1)**PAVIMENTO RÍGIDO**

Camadas que Constituem um Pavimento Rígido O pavimento rígido é constituído de:

Placa de Concreto de Cimento – Camada que desempenha ao mesmo tempo o papel de revestimento e de base.

Sub-Base – Camada construída, algumas vezes, com o objetivo de evitar o bombeamento dos solos do subleito.

Característica do Pavimento Rígido

Essas placas se caracterizam por: alta rigidez, alta resistência, pequenas espessuras (definidas em função da resistência à flexão).

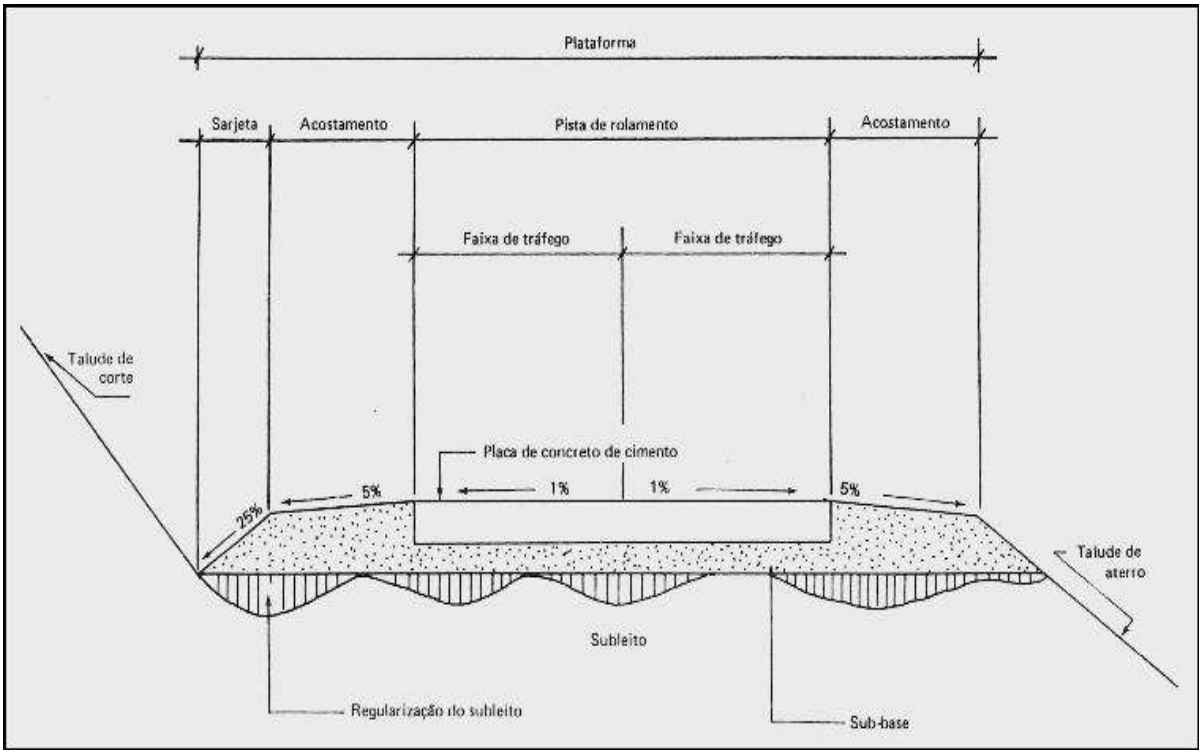
As características marcantes desse tipo de pavimento são:

3) A placa de concreto de cimento Portland, geralmente não armada, de espessura típica entre 18 e 40 cm, distribui as tensões impos tas pelo carregamento;

4) A sub-base de pedra britada ou material cimentado tem a função de melhorar e uniformizar o suporte, além de drenar (caso de material granular);

5) Subleito recebe tensões relativamente pequenas, distribuídas por uma superfície grande;

6) Para placas não armadas a forma é aproximadamente quadrada, de dimensões entre 3,5 a 6,0 cm. Para placas com armadura de contenção de fissuras (próxima à linha neutra) as dimensões podem ser maiores;



- Entre as placas existem juntas, nas quais pode haver ferragem com uma ou duas funções: transmitir esforços verticais para a placa vizinha ou não permitir que as placas se separem;

6) Pelas suas características o pavimento rígido, se bem projetado e construído, tem vida inicial mais longa e maior espaçamento entre manutenções (em relação ao flexível); e

7) Pavimento rígido é resistente aos efeitos solventes dos combustíveis como óleo diesel e querosene de aviação.

4. **PAVIMENTO FLEXÍVEL**

a. Camadas que Constituem um Pavimento Flexível

O pavimento flexível é constituído de:

1) Regularização do Subleito – Camada com espessura variável, executada quando se faz necessária a preparação do subleito da estrada, para conformá-lo, transversal e longitudinalmente, com o projeto. Pode em alguns trechos não ser necessária, entretanto deve ser executada sempre que possível em aterro.

2) Reforço do Subleito – Camada necessária quando o subleito possui baixa capacidade de carga é também utilizada para redução da espessura da sub-base. Possui espessura constante. É construída acima da regularização e possui características técnicas superiores ao material do subleito e inferiores ao material que vier acima.

3) Sub-Base – Camada utilizada para reduzir a espessura da base, exerce as mesmas funções da base, sendo complementar a esta. Tem como funções básicas resistir às cargas transmitidas pela base, drenar infiltrações e controlar a ascensão capilar da água, quando for o caso.

4) Base **- C**amada estruturalmente mais importante. Tem a função de resistir e distribuir os esforços provenientes da ação do tráf ego, atenuando a transmissão destes esforços às camadas subjacentes. Geralmente é construída com materiais estabilizados granulometricamente ou quimicamente, através do uso de aditivos (cal, cimento, betume etc).

Revestimento **-** Destinado a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste. É constituído por uma combinação de agregado mineral e material betuminoso.

É Agregado (cerca de 90% a 95%)

Suporta e transmite as cargas aplicadas pelos veículos e

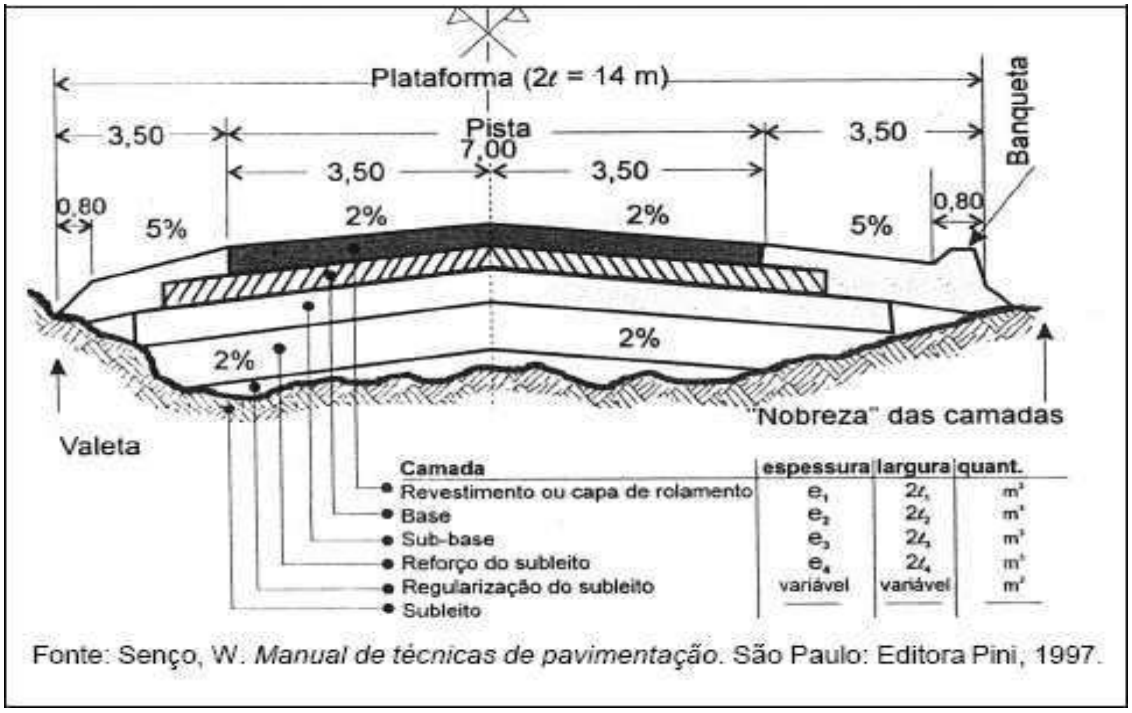
Resiste ao desgaste imposto pelas solicitações.

É Material Betuminoso (Asfalto)

Compõe entre 5% e 10% do revestimento;

Elemento aglutinante, que liga os agregados; e

Ação impermeabilizante (oferece resistência à a ção das águas provenientes das chuvas).



Fonte: Senço, W. *Manual de técnicas de pavimentação*. São Paulo: Editora Pini, 1997.

b. Tipos de Revestimentos de Pavimentos Flexíveis

1) Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ);
2) Pré-misturado a quente (PMQ);
3) Pré-misturado a frio (PMF);
4) Areia asfalto a quente;
5) Areia asfalto a frio; e
6) Revestimentos betuminosos por penetração invertida ou tratamentos superficiais
   a) Tratamento Superficial Simples (TSS);
   b) Tratamento Superficial Duplo (TSD); e
   c) Tratamento Superficial Triplo (TST).

c. Vantagens do Pavimento Flexível

1) Adaptação a eventuais recalques do subleito, pois deformam sob a ação das cargas;
2) Rapidez de execução e liberação ao tráfego; e
3) Reparações fáceis e rápidas.

d. Característica do Pavimento Flexível

No dimensionamento dos pavimentos, por razões técni co-econômicas, fixam-se características mínimas a serem satisfeitas pelas diferentes camadas. Um pavimento

constituído por revestimento, base e uma camada de material que não satisfaz as especificações de sub-base, mas atende as de reforço de subleito, sendo o conjunto assente sobre o subleito é considerado do ponto de vista geométrico, constituído por revestimento, base e sub-base.

Do ponto de vista estrutural, esse pavimento é constituído por revestimento, base (com espessura maior que a necessária se houvesse u ma sub-base) e reforço do subleito.

É As características marcantes desse tipo de pavimento são:

Material da superfície de rolamento é uma mistura betuminosa, composta de betume (asfalto) e material pétreo (pedra britada);

É esbelta e relativamente flexível. O asfalto participa com teores de 5 e 10%;

A mistura mais nobre é o concreto asfáltico usin ado, que tem os menores teores de asfalto e maior densidade;

Menos nobres e mais ricos em asfalto são os trat amentos superficiais, construídos no local e de maneira mais artesanal;

A camada estruturalmente mais importante é a base, que receberá grandes tensões do tráfego, pois o revestimento betuminoso não tem espessura e rigidez suficiente para distribuir as tensões como acontece no pavimento rígido;

A base é, de modo geral, entre 5 e 20 vezes mais espessa que o revestimento betuminoso;

A distribuição de tensões se dá mais devido à es pessura que devido à rigidez das camadas, que podem ser granulares e não apresen tar resistência à tração;

Para a mesma carga os pavimentos flexíveis têm e spessura total 1,5 a 2 vezes maior que os rígidos;

Além disso, o nível de tensões a que o subleito é submetido é maior nos pavimentos flexíveis;

As misturas betuminosas são sensíveis aos combus tíveis, principalmente diesel e querosene; e

k) A vida útil e o intervalo entre manutenções são menores que no rígido.

à **SEQÜÊNCIA DE CONSTRUÇÃO DE PAVIMENTOS**

a. Preparação do Subleito

A primeira providência a ser tomada é inspecionar a área a ser pavimentada, cujo subleito poderá ser constituído pelo solo natural d o local ou proveniente de empréstimo. Deve ser um solo não expansivo, ou seja, que não in che na presença de água.

O preparo do subleito deve estender-se para além dos confinamentos laterais, cuidando-se para assegurar que o subleito seja mantido limpo, seco e bem drenado. Em regiões de lençol freático aflorante, a drenagem de ve ser feita de modo a manter o lençol rebaixado a pelo menos 1,5 metro da cota final da superfície do pavimento acabado.

Após a retirada de todos os objetos estranhos à via e da remoção de todas as plantas, raízes e matéria orgânica, o subleito deve ser adequadamente compactado até 60 cm de profundidade, no mínimo. A compactação deve ser especificada de modo a se obter, no mínimo, 100 % da massa especifica aparente máxima seca obtida no ensaio de compactação na energia normal. O objetivo é propiciar uma plataforma de trabalho firme, sobre a qual as camadas sobrejacentes possam ser convenientemente compactadas, além de ter papel decisivo no estabelecimento da capacidade estrutural do pavimento.

O levantamento topográfico do local constitui ativi dade importante, pois tem a finalidade de fixar as cotas do pavimento a ser construído e de definir as inclinações necessárias, a necessidade de executar cortes e ate rros, realizar obras complementares, dentre outras.

O subleito deve ficar na cota definida no projeto e com os mesmos caimentos que o pavimento pronto terá, de modo que as diferentes ca madas resultem com espessuras constantes em toda a área do pavimento. Recomenda-s e um caimento mínimo igual a 2 % para facilitar o livre escoamento das águas na supe rfície do pavimento.

A maneira pela qual um subleito é considerado pronto para receber uma base ou sub-base depende, ainda, de sua resistência, comume nte expressa pelo Índice de Suporte Califórnia (CBR). O material do subleito deverá ter CBR maior do que 2 % e expansão volumétrica menor ou igual a 2%. Quando o CBR estiver entre 2 % e 5 %, com expansão volumétrica menor ou igual a 2 %, é prudente adotar uma camada de reforço, definida quando da elaboração do projeto executivo de pavimentação.

Portanto o subleito estará pronto para receber as c amadas de sub-base e de base quando atender a todos os requisitos e especificações contidos no projeto do pavimento e enquadrar-se nas condições mínimas expostas a seguir:

1) For constituído de material com CBR > 2 % e expansão volumétrica ≤ 2 %;
2) Estiver limpo, seco e drenado;
3) Estiver adequadamente compactado na cota de projeto com um grau de compactação mínimo igual a 100 %, considerada a energia normal de compactação, numa profundidade mínima de 60 cm; e
4) Estiver dotado com os caimentos previstos para a drenagem superficial do pavimento, conforme previsto no projeto (mínimo de 2 %).

b. Preparação da Sub-Base

Os materiais granulares para camadas de sub-base ou de base, deverão ser preferencialmente pétreos (bica corrida, brita graduada, cascalho etc). Esse tipo de material apresenta poucos problemas na construção das camadas de sub-base e base, desde que tenha sido corretamente especificado.

Devem ser tomadas precauções rotineiras para evitar a segregação desses materiais durante o transporte, descarga e espalhamento. O fundamental é que estejam limpos, livres de lodo, pó e sujeira e que estejam bem graduados, ou seja, tenham grãos de diversos tamanhos (até um máximo de 50 mm) para que, ao compactá-los, obtenha-se um bom arranjo e amarração entre eles. A falta de uniformidade pode gerar assentamentos irregulares.

c. Preparação da Base

Tanto a construção quanto as especificações das cam adas granulares de sub-base e de base são idênticas àquelas adotadas na constru ção de outros tipos de pavimentos, como o pavimento asfáltico.

Os principais aspectos da construção que justificam atenção incluem a regularização e a compactação da camada. A compactação representa um dos procedimentos cruciais da construção para qualquer tipo de pavimento flexível. No caso de pavimento intertravado, a experiência mostra que a compactação inadequada da sub-base ou da base é uma causa comum de insucesso do pavimento. Por essa razão, devem ser tomadas precauções para que sejam atendidos os requisitos mínimos mostrados.

A compactação tem como objetivo acomodar os diferentes tamanhos de grãos para que a camada se torne a mais densa e resistente possível. Quando as espessuras da sub-base ou da base forem grandes, elas deverão ser construídas em camadas, cada uma delas tendo uma espessura compactada mínima de 10 cm e máxima de 15 cm. Adota-se a energia intermediária para a compactação das camadas de sub-base e base granulares, com grau de compactação mínimo de 100 %.

d. Deve-se dar atenção especial ao padrão de acabam ento alcançado no topo da base

Na ausência de especificações locais, recomenda- se que a base deva ser regularizada de modo que o greide não seja afetado em mais de 10 mm e a variação de espessura não seja maior do que 10 mm em 2 m de ext ensão de camada;

A superfície da camada de base deverá ser a mais fechada possível, ou seja, com o mínimo de vazios, para não haver perda de areia d a camada de assentamento dos blocos.

Índice de suporte Califórnia (CBR) no mínimo igual a 80 %;

Expansão volumétrica máxima igual a 0,5 %;

Limite de liquidez (LL) no máximo igual a 25 %;

Índice de plasticidade (IP) no máximo igual a 6 %.

c. prudente assegurar que a camada de base seja adequadamente inspecionada e que seja certificado o cumprimento das especificações, tanto para o acabamento superficial como para o grau de compactação, antes que a camada de areia de assentamento seja espalhada. A camada de base acabada deve ser posta à prova por um rolo liso de pelo menos 10 toneladas, ou por um caminhão carregado co m 10 toneladas por eixo simples. Se ocorrer algum movimento visível em qualquer parte da camada de base, essas áreas deverão ser corrigidas e testadas tanto quanto ao p erfil como ao grau de compactação, antes que a camada de areia seja lançada.

Durante o teste da base, as bordas não podem ser ne gligenciadas, já que a integridade dos confinamentos depende consideravelmente de sua colocação sobre uma base adequadamente compactada. As espessuras das camadas de sub-base e base devem ser constantes e obedecer ao especificado no projeto, acompanhando portanto o caimento construído no subleito.

Após a regularização e compactação, recomenda-se a imprimação da base com aplicação de asfalto diluído de cura rápida ou de e mulsão asfáltica. Normalmente a taxa de aplicação é definida meramente para criar uma barreira de umidade, sendo 0,8 litros/m2 um valor típico.

Como no caso do subleito, a preparação das camadas de sub-base e base deve se estender para além das bordas do pavimento. A camada de base, principalmente, pode ser de material estabilizado com cimento, sendo os mais comuns o solo-cimento, a brita graduada tratada com cimento (BGTC) e o concreto rolado. Esse tipo de base tem desempenho estrutural melhor do que o granular.

O tempo é primordial na construção da camada estabilizada: o tempo decorrido entre a mistura e a complementação do espalhamento e da compactação não deve ultrapassar a 60 minutos. Quando for executada em mais de uma camada, cada camada deverá ser compactada uma imediatamente após a outra, antes que se dê a pega do cimento. No caso de base de concreto rolado a energia é a normal, com grau de compactação mínimo de 100 % e espessura mínima compactada de 10 cm.

A espessura máxima do concreto rolado para compacta ção em uma só camada é de 20 cm. Neste caso, a função primordial da imprimação é evitar a perda rápida de água do material durante a cura, possibilitando manter sob controle as fissuras de retração. Para evitar sua remoção pelo tráfego da obra, a imprimaç ão deve ser protegida com uma leve aplicação da areia selecionada para a camada de assentamento.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- PICADA, D.S, LOPES, J.A. Rochas Sedimentares – Apostila de Geologia Aplicada à Engenharia. Porto Alegre, 1971;
- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978;

ASSUNTO 5.6
REVESTIMENTO BETUMINOSO

Tradicionalmente, na construção civil, são designad os como materiais betuminosos aqueles que contêm betume.

Betume é um aglomerante orgânico, sólido, semi-sólido ou líquido, que pode ocorrer na natureza ou ser obtido por processo industrial; composto principalmente por hidrocarbonetos de massa molecular elevada e completamente solúvel em bissulfeto de carbono.

No início dos anos 90, segundo a Shell Brasil S/A, 70% do mercado de betume estava na Engenharia Civil (em serviços de pavimentação). Outras aplicações industriais vêm crescendo e 55% destas são relativas a serviços de impermeabilização.

a. Mas o betume é um dos mais antigos materiais usados pelo homem, podendo-se citar os seguintes registros históricos clássicos de aplicação:

1) como material de assentamento de alvenarias, na Mesopotâmia;
2) como material impermeabilizante, na Arca de Noé (citação bíblica);
3) em serviços de mumificação, pelos egípcios.

Mais próximo ao nosso século, os registros de aplicações pioneiras são em pavimentos, na França (1802), USA (1838) e Inglaterra (1869), com betumes de jazidas naturais.

A partir de 1909, iniciou-se o emprego de betume derivado do petróleo, sendo um resíduo da sua destilação, tornando-se um material de baixo custo e com uso crescente em pavimentação, impermeabilização e pinturas industriais de proteção.

1. TIPOS BÁSICOS DE MATERIAIS BETUMINOSOS, EM FUNÇÃ O DA ORIGEM

a. Em função da sua forma de obtenção, os materiais betuminosos recebem as seguintes classificações:

1) asfaltos ou cimentos asfálticos, que podem ser n aturais ou de petróleo;
2) alcatrões; e
3) piche e breu.

OBSERVAÇÃO: os alcatroados tendem a ser excluídos d a classificação de betuminosos:

a) Asfalto ou Cimento Asfáltico

Por definição, asfalto é o material sólido ou semi-sólido, de cor entre preta e parda escura, que ocorre na natureza ou é obtida da destilação do petróleo, que se funde gradualmente pelo calor, e no qual os constituintes predominantes são os betumes.

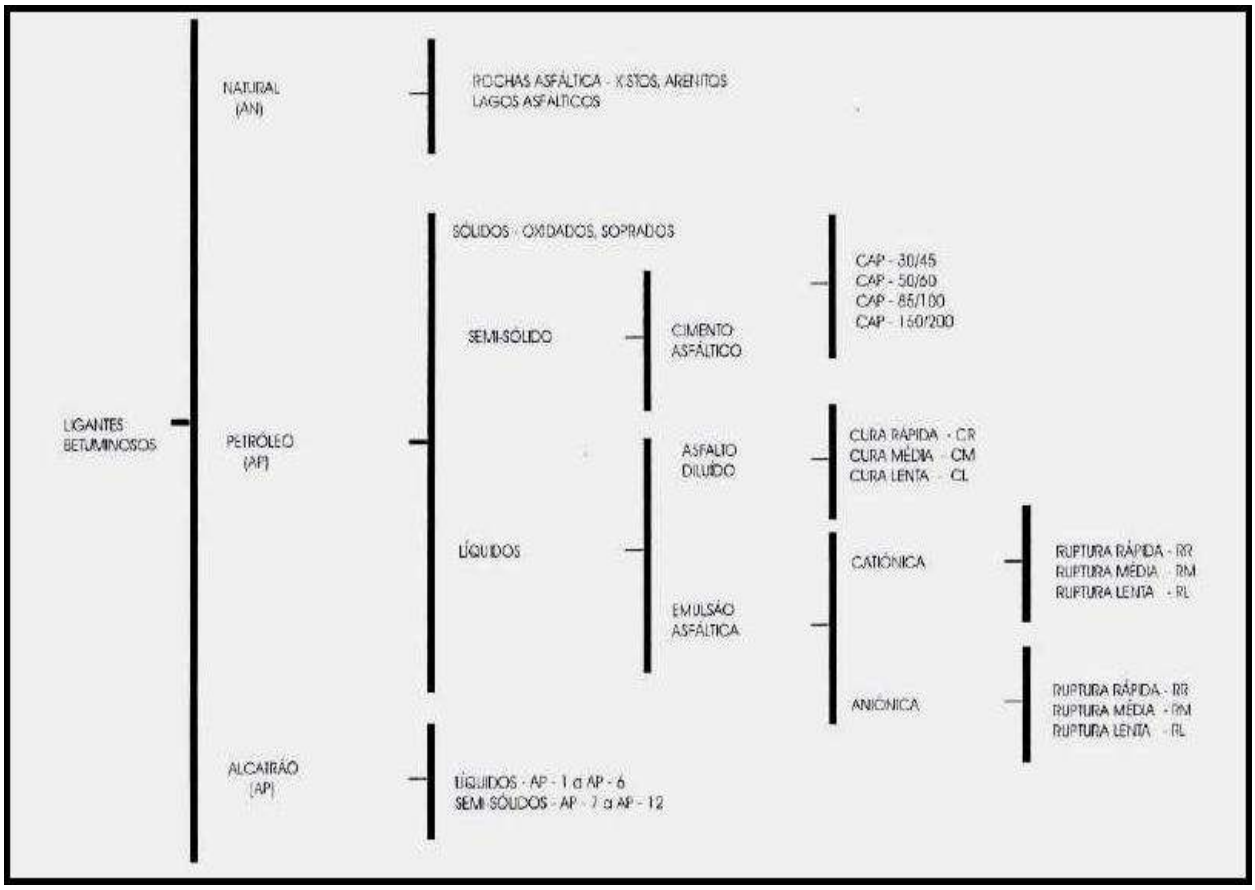
O asfalto ou cimento asfáltico é uma mistura de bet ume com agregado ou carga mineral. Tem massa específica em torno de 1 kg/dm e cheiro de óleo queimado.

O asfalto pode ser natural (sigla CAN) ou obtido da destilação do petróleo (sigla CAP).

(1) Cimento asfáltico natural ou CAN

Hoje não se comercializa CAN no Brasil. A especific ação brasileira (EB-94/68) foi, inclusive, cancelada. A título de breve informação, informa-se que os CAN podem provir de:

(a) jazidas de rochas asfálticas, sedimentárias, em geral de base arenítica ou calcária, impregnadas com 10 a 30 % de asfaltos. São fragmentadas e aquecidas para extração do asfalto, p. ex. com ocorrências na Itál ia, França, Alemanha e Brasil (Piracicaba, desativada);



(b) lagos de asfalto, formados pela ação de intempéries sobre petróleos que chegaram à superfície, explorados através de galerias subterrâneas, com ocorrências principais na Venezuela

(Lago de Bermudez, com 360 ha e 2 de profundidade) e na Ilha de Trindad (50 ha, até 40 m de profundidade).

(2) Cimento asfáltico de petróleo ou CAP

É o asfalto obtido como resíduo da destilação do petróleo, bem mais abundante e barato.

Nas torres de destilação, a parcela mais pesada do petróleo dá nafta (derivados da gasolina), querosene e diesel, e o resíduo ainda pode ser fracionado em óleos graxos, asfalto e negro de
fumo.

Para cada barril de petróleo, se obtém apenas cerca de 50% de gasolina, daí a notável expansão da indústria petroquímica, q ue se baseia no aproveitamento desses resíduos.

Os CAP apresentam teor mais elevado de betume que os CAN e são mais voláteis, porque o resíduo mineral é menor.

b) Alcatrão

É o material semi-sólido ou líquido, resultante da destilação de materiais orgânicos (hulha, turfa, linhito, lenha, madeira).

A reação de hulheificação é lenta e gradual, formando inicialmente a turfa, que evolui até formar o carvão ou hulha, propriamente ditos. Uma camada de 15 m de turfa resultará em cerca de 1 m de carvão.

O alcatrão pode ser obtido como resíduo nos seguint es processos industriais:

(1) em gasômetros, na obtenção de gás de iluminação , a partir da hulha; e

(2) em coquerias, para a obtenção do coque siderúrg ico, como feito na Usina Siderúrgica de Volta Redonda (RJ). O coque comum é aquecido a 1200°C, sem acesso de ar. A 600 – 700° C alcatrão bruto evapora e a 86 º C condensa; é redestilado, resultando óleos leves, médios e pesados, alcatrão destilado e piche.

Como diferenças básicas dos alcatrões destilados, e m relação aos asfaltos, pode-se relacionar:

(1) maior sensibilidade à temperatura, são mais mol es quando aquecidos e mais duros quando resfriados;

(2) menor resistência às intempéries; e

(3) maior poder aglomerante.

c) Piche e breu

Piche são misturas de apenas 11 a 17% de betume, co m muita argila, pedrisco, etc. É sólido à temperatura ambiente e funde de forma heterogênea, com muitos nódulos e grãos na massa fundida.

Apresenta qualidades muito inferiores às dos alcatrões.

O piche é obtido da destilação do alcatrão bruto, m as também pode ser obtido de asfaltos impróprios para refino.

O piche pode ser ainda refinado, perdendo quase todo o betume e o resíduo é o breu, sólido à temperatura ordinária e de maior dureza que os outros betuminosos, mas com boa resistência às intempéries.

O emprego de piche e breu não é hoje reconhecido pelas normas de pavimentação, nem de impermeabilização. Mas o piche foi, basicamente, o único material disponível no Brasil, até a década de 20, quando abriram indústrias para fabricar materiais de impermeabilização no Rio de Janeiro e São Paulo, procedentes da Europa. Até então, nas obras de maior porte, utilizava-se asfaltos importados.

A utilização de piche é hoje voltada para a fabricação de tintas primárias de imprimação, impermeabilizantes ou anticorrosivas, para madeira, ferro e taludes (erosão). O piche de alcatrão de hulha tem grande compatibili dade com o epóxi, poliuretanos e borracha clorada. Também é usado para a fabricação de mastiques, assim como na fixação de tacos, "blokrets" e lajotas de pavimentação.

2.TERMINOLOGIA, CLASSIFICAÇÕES E ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS BETUMINOSOS

a. Cimentos Asfálticos de Petróleo - CAP

CAP é o aglutinante betuminoso obtido pela refinação de petróleo, com características necessárias para emprego em pavimen tação.

Os CAP necessitam de aquecimento, para liquefazerem e permitirem operações de mistura (concreto asfáltico), impregnação (macadame s) ou espalhamento.

Por muitos anos, foram normalizados no Brasil pela EB-78/70, revisada em 1981 e depois pelo Regulamento Técnico do CNP n.21/86.

A especificação de 81 classificava os cimentos em quatro tipos, segundo o índice de penetração, a saber: CAP 50-60, 85-100, 100-120, 150-200.

Seguindo as tendências internacionais, o Conselho N acional de Petróleo emitiu uma portaria em 1986, introduzindo no Brasil a classificação dos betuminosos pela sua viscosidade absoluta, medida em centiPoises. Por este critério, mais moderno, são especificados apenas 3 tipos de CAP (CAP 7, CAP 20 e CAP 55).

Por não haver familiaridade das empresas usuárias c om essa classificação, até hoje

à permitida a comercialização dos CAP pela dureza (indicação do índice de penetração), mas com a tendência de entrar cada vez mais em desuso.

Os CAP são usados como material aglomerante em conc retos asfálticos e como matéria-prima dos mais diversos produtos para impermeabilização e pavimentação.

Atualmente, os CAP mais usados em impermeabilização são os CAP com dureza 85-100, 50-60 e 30-40, todos com ponto de amolecimento na faixa de 40-50º C

b. Asfaltos Diluídos ou Soluções Asfálticas

São ligantes asfálticos tratados com solventes orgâ nicos de petróleo e que podem ser aplicados com pequeno aquecimento (60º C a 100º C) ou a frio. É menos viscoso, o que facilita o emprego, mas têm menor poder aglomer ante.

1) Para emprego em pavimentação, os asfaltos diluídos são classificados conforme os seguintes tipos, em função do prazo de "cura" (tempo para ocorrer a evaporação do diluente ou solvente):

- asfaltos diluídos de cura rápida (CR), obtidos p ela diluição do CAP em um diluente leve, tipo nafta, com um tempo de cura de aproximadamente 24 horas;
- asfaltos diluídos de cura média (CM), obtidos pela diluição do CAP em um diluente médio, tipo querosene, com um tempo de cura de aproximadamente 48 horas; e
- asfaltos diluídos de cura lenta, (CL) obtidos pela diluição do CAP em um diluente tipo diesel com um tempo de cura de aproximadamente 72 horas.

São normalmente utilizados como impermeabilizantes ao final da terraplanagem da base e antes do lançamento do asfalto. Este procedimento e comumente conhecido como IMPRIMAÇÃO e para emprego como material de imp rimação em impermeabilização, as soluções asfálticas mais util izadas são o CM-30 e o CM 70.

- Materiais

Os materiais a serem utilizados deverão satisfazer às especificações em vigor e ser aprovados pela Fiscalização.

Os ligantes betuminosos mais empregados na imprimação são: asfalto diluído, CM-30 e CM-70.

A escolha do ligante betuminoso adequado será feita em laboratório, em função da textura do material da base.

3) Método Executivo

Após a perfeita conformação geométrica da base, será procedida a varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

Na ocasião da aplicação do ligante, a base deverá e star ligeiramente úmida, se for utilizado o CM-30. No caso de aplicação do CM-70, a base deverá estar seca.

A seguir, será aplicado o ligante betuminoso adequa do, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. A temperatura de aplicação será fixada para cada tipo de ligante betuminoso, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 60 segundos para asfaltos diluídos “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004).

Deverá ser imprimada a pista inteira em um mesmo tu rno de trabalho e deixada, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando ist o não for possível, trabalha-se em meia pista, executando-se a imprimação da pista adjacente, assim que a primeira for liberada ao tráfego. O tempo de exposição da base i mprimada ao tráfego será condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, serão colocadas faixas de papel transve rsalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante betuminoso situe-se sobre elas. As faixas de papel serão retiradas a seguir.

Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deverá ser imediatamente corrigida.

4) Equipamentos

Para a varredura da superfície da base, serão usada s, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo entretanto a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado. A distr ibuição do ligante deverá ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressã o e sistema completo de aquecimento (DA – Distribuidor de Asfalto) que permitam a aplicação do ligante betuminoso em quantidade e forma uniformes.

Os carros distribuidores do ligante betuminoso, especialmente construídos para este fim, deverão ser providos de dispositivos de a quecimento, dispondo de tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de ± 1 °C, em locais de fácil observação e, ainda, possuir espargidor manual ("caneta"), para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição de verão ser do tipo "circulação plena", com dispositivos de ajustamentos verticais e larguras variáveis, que permitam espalhamento uniforme.

O depósito de ligante betuminoso, quando necessário, deverá ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deverá ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de ligante betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

c. Emulsões Asfálticas ou Hidrasfaltos

São produtos em que uma fase asfáltica é dispersa e m uma fase aquosa (emulsão direta) ou uma fase aquosa é dispersa em uma fase asfáltica (inversa), com o auxílio de um agente emulsificante, apresentando partículas carregadas eletricamente ou neutras. Os hidrasfaltos resultam compostos de 50 a 70% de CAP, em torno de 1% de emulsificante e o restante de água.

A emulsão asfáltica é aplicada como ligante betumin oso sobre a superfície de base coesiva ou pavimento betuminoso anterior à execução de uma camada betuminosa qualquer, objetivando promover condições de aderênc ia entre as camadas.

Foram desenvolvidas para viabilizar a aplicação do asfalto a frio. Em pavimentação apenas são usadas as emulsões diretas.

As emulsões asfálticas são classificadas:

- em função da ruptura (tempo de evaporação da águ a):
  emulsões de ruptura rápida - RR (40 min);
  emulsões de ruptura média - RM (até 2 h); e
  emulsões de ruptura lenta - RL (até 4h).
- em função da carga elétrica das partículas, como:
  emulsões aniônicas (c/ partículas carregadas negativamente e com afinidade maior c/ agregados de natureza básica, calcários e dolomitos);
  - emulsões catiônicas (c/ partículas carregadas positivamente e de maior afinidade com agregados de natureza ácida como gran itos e quartzitos).

As emulsões asfálticas catiônicas (identificadas pe la letra C após a indicação do tempo de ruptura), têm maior adesão às superfíci es e por isso têm diversos empregos em pavimentação. Emulsões catiônicas de cura rápida são próprias para pinturas de ligação e tratamentos superficiais, e as de cura média e lenta para misturas a frio.

3) Material

Os ligantes betuminosos empregados na pintura de mais conhecidas são as emulsões asfálticas comuns ou modificadas: RR-1C e RR-2C

4) Método Executivo

Inicialmente deverá ser verificada a conformação ge ométrica da camada que receberá a pintura de ligação.

Em seguida, a superfície a ser pintada deverá ser v arrida, a fim de ser eliminado o pó e todo e qualquer material solto.

Antes da aplicação, a emulsão deverá ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição da taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída será da ordem de 0,8 l/m² a 1,0 l/m ².

No caso de bases de solo-cimento ou concreto magro, a superfície da base deverá ser umedecida, antes da aplicação do ligante betuminoso, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície.

Será aplicado, a seguir, o ligante betuminoso adequ ado na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade recomendada. A temperatura da aplicação do ligante betuminoso deverá ser fixada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione melhor viscosidade para espalhamento, não podendo ultrapas sar 60º C.

As faixas de viscosidade recomendadas para aplicação, são as seguintes:

a) Para emulsões asfálticas de 20 a 100 segundos, **Saybolt-Furol** (DNER-ME 004).

4) Para asfaltos diluídos de 20 a 60 segundos, **Saybolt-Furol**;

A pintura de ligação será executada na pista inteir a, em um mesmo turno de trabalho, deixando-a fechada ao trânsito, sempre qu e possível. Não o sendo, trabalhar-se-

5) em meia pista, fazendo-se a pintura de ligação da pista adjacente, logo que a pintura permitir sua abertura ao trânsito.

A fim de evitar a superposição ou excesso de material nos pontos inicial e final das aplicações, serão colocadas faixas de papel, tr ansversalmente na pista, de modo que o material betuminoso comece e termine de sair da barra de distribuição sobre essas faixas. As faixas serão retiradas a seguir.

Qualquer falha na aplicação deverá ser imediatament e corrigida. Quando o ligante betuminoso utilizado for emulsão asfáltica diluída, recomenda-se que a mistura água + emulsão seja preparada no mesmo turno de tra balho. **Deve-se evitar o estoque da mesma por prazo superior a 12 horas**

- Equipamentos

Para a varredura da superfície da base, serão usada s, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

A distribuição do ligante deverá ser feita por carr os equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecim ento que permitam a aplicação do ligante betuminoso em quantidade e forma uniformes.

Os carros distribuidores do ligante betuminoso (DA – Distribuidor de Asfalto), especialmente construídos para este fim, deverão se r providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de ± 1 °C, em locais de fácil observação e, ainda, possuir esp argidor manual (“caneta”), para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição deverão ser do tipo “circulação plena”, com disposi tivos de ajustamentos verticais e larguras variáveis, que permitam espalhamento unifo rme.

O depósito de ligante betuminoso, quando necessário, deverá ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deverá ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de ligante betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

8) **TIPOS DE REVESTIMENTOS DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS**

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ);
- Revestimentos betuminosos por penetração invertida ou tratamentos superficiais
  Tratamento Superficial Simples (TSS);
  Tratamento Superficial Duplo (TSD); e
  Tratamento Superficial Triplo (TST).
- Pré-misturado a quente (PMQ);
- Pré-misturado a frio (PMF);
- Areia asfalto a quente; e
- Areia asfalto a frio.

Todos os tipos de revestimento betuminosos são impo rtantes e largamente utilizados, entretanto, para o nosso estudo, veremos o CBUQ e os tratamentos superficiais, pois estes são os processos mais utilizados nos batalhõe s de construção.

1) Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)

É um revestimento flexível, resultante da mistura aquente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso espalhado e comprimido a quente. Durante o processo de construção e dimensionamento, são feitas rigorosas exigências no que diz respeito aos equipamentos, granulometria, teor de betume, estabilidade e índice de vazios. É considerado um revestimento nobre. São classificados em faixas A, B, C e D, conforme sua granulometria e percentual de CAP, que varia entre 3,5 a 6%. O CAP representa em torno de 50% do custo do CBUQ usinado.

a) Transporte do Concreto Betuminoso

O concreto betuminoso produzido deverá ser transpor tado, da usina ao ponto de aplicação, em caminhões basculantes apropriados.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada (máximo de 180º C e mínimo de 120º C), cada carregamento deverá ser coberto com lona, com tamanho suficiente para proteger todo o material.

b) Serviços Preliminares

Tendo sido decorridos mais de sete dias da execução da imprimação, tendo havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou te ndo sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

c) Distribuição e Compressão da Mistura

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico dev erá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura/viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol (DNER-ME 004). Recomenda-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 a 95 segundos.

A temperatura do ligante (RR) deverá estar entre 10 7 °C e 177 °C.

O espalhamento será efetuado por vibroacabadoras. C aso ocorram irregularidades na superfície da camada, as correções serão feitas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento executado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, será iniciado o processo de rolagem para compressão. A temperatura de rolagem deverá ser a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo esta temperatura fixada experimentalmente para cada caso.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão va riável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/pol²), e aumenta-s e em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões ma is elevadas. A pressão dos pneus

deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol²), adequando o número de passadas de forma a atingir o grau de compactação especificado.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudin almente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deverá começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem seguirá até o momento em que seja atingida a compactação exigida.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas (óleo mineral, nunca óleo diesel!) adequadamente, de modo a evitar a aderência da mist ura.

d) Abertura ao Trânsito

Os revestimentos concluídos deverão ser mantidos se m trânsito até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização serão de inteira responsabilidad e da Contratada.

Equipamentos

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser exam inados pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, para que possa ser dada a ordem de serviço.

(1) Caminhões para Transporte da Mistura (Caminhão Basculante)

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e l isas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou sol ução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas da báscula.

A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso (óleo diesel, gasolina, etc.) não serão permitidos.

(2) Equipamento para Espalhamento (Vibroacabadora)

Para espalhamento e acabamento, serão utilizadas pa vimentadoras automotrizes (acabadoras), capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas. Deverão possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas pa ra frente e para trás. Serão equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, com controle de temperatura, para colocação da mistura sem irregularidades.

Equipamentos para a Compressão (Rolo Compactado r de Pneu, Rolo Pneumático ou Rolo de Pneu)

Serão utilizados rolos pneumáticos e rolos metálico s lisos (para o acabamento final e união das junções), tipo tanden, rolos vibratórios ou outros equipamentos aprovados pela Fiscalização.

Os rolos compressores, tipo tanden, deverão ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dot ados de pneus que permitam a variação da calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada (2,5 kgf/cm2 a 8,4 kgf/cm2).

O equipamento em operação deverá ser suficiente par a comprimir a mistura 2)densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

Controle do Espalhamento e Compressão na Pista

O controle da execução será exercido através de col eta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

2) Tratamento Superficial

São os revestimentos betuminosos obtidos por penetr ação invertida, com aplicação de material betuminoso seguida de espalhamento e compressão de agregado de granulometria apropriada. Sua espessura é aproximadamente igual ao diâmetro do agregado empregado. Pode ser executado com os objetivos de impermeabilização, modificar a textura de um revestimento existente ou como revestimento final de um pavimento.

Os tratamentos superficiais são revestimentos obtid os por aplicação separada e seqüencial de ligante betuminoso e agregado mineral de granulometria previamente especificada.

a) Os tratamentos superficiais poderão ser:

(1) Tratamento Superficial Simples (TSS) - Camada de revestimento do pavimento constituída pela aplicação de ligante betuminoso coberta por camada de agregado mineral.

(2) Tratamento Superficial Duplo (TSD) - Camada de revestimento do pavimento constituída por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso cobertas cada uma por camada de agregado mineral.

(3) Tratamento Superficial Triplo (TST) - Camada de revestimento do pavimento constituída por três aplicações sucessiva s de ligante betuminoso cobertas cada uma por camada de agregado mineral.

(4) Após o lançamento do agregado e sua compactação, deve-se fazer o "banho" diluído (RR-1C com água, na proporção de 1/ 1)

b) Materiais

Os materiais constituintes do tratamento superficial simples são o ligante betuminoso e o agregado mineral, os quais devem satisfazer estas especificações.

(1) Ligante Betuminoso

Poderão ser empregados o cimento asfáltico CAP-7 ou CAP-150/200, Emulsões asfálticas, tipos RR-1C e RR-2C.

Em se tratando de tratamento superficial duplo ou triplo, o uso de alcatrão ou da emulsão asfáltica somente será permitido quando forem empregados em todas as camadas do revestimento.

Poderão ser usados, também, ligantes betuminosos modificados, quando indicados no projeto.

(2) Melhoradores de Adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o li gante betuminoso, deverá ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto.

(3) Agregados

Os agregados poderão ser pedra, escória, cascalho ou seixo rolado, britados. Deverão constituir-se de partículas limpa s, duras, resistentes, livres de torrões de argila e substâncias nocivas.

Não será permitida a mistura de materiais. No caso de emprego de escória britada, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1.200 Kg/m^3.

Os agregados deverão apresentar as seguintes caract erísticas:

3) Desgaste "Los Angeles" igual ou inferior a 40 % (DNER-ME 035), admitindo-se agregados com valores maiores que tenham apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior;

4) Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086);

5) Durabilidade, perda inferior a 12 % (DNER-ME 089); e

6) Granulometria, segundo o método DNER-ME 083, obedecendo uma das faixas granulométricas seguintes:

Para Tratamento Superficial Simples

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS				
PENEIRAS		FAIXAS		TOLERÂNCIAS DA
pol.	mm.	A	B	Faixa de Projeto
1"	25,4	-	-	± 7
3/4"	19,1	-	-	± 7
1/2"	12,7	100	-	± 7
3/8"	9,5	85-100	100	± 7
N.º 4	4,8	10-30	85-100	± 5
N.º 10	2,0	0-10	10-40	± 5
N.º 200	0,074	0-2	0-2	± 2

Tabela 01.

Para Tratamento Superficial Duplo

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS					
PENEIRAS		% PASSANDO, EM PESO			TOLERÂNCIAS DA FAIXA DE PROJETO
pol.	mm.	A 1ª Camada	B 1ª ou 2ª Camada	C 2ª Camada	
1"	25,4	100	-	-	± 7
3/4"	19,1	90-100	-	-	± 7
1/2"	12,7	20-55	100	-	± 7
3/8"	9,5	0-15	85-100	100	± 7
N.º 4	4,8	0-5	10-30	85-100	± 5
N.º 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
N.º 200	0,074	0-2	0-2	0-2	± 2

Tabela 02.

Para Tratamento Superficial Triplo

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS					
Peneiras		% Passando, em peso			Tolerância da da faixa de Projeto
pol.	mm.	A 1ª Camada	B 2ª Camada	C 3ª Camada	
11/2"	28,1	100	-	-	
1"	25,4	90-100	-	-	± 7
3/4"	19,1	20-55	-	-	± 7
1/2"	12,7	0-15	100	-	± 7
3/8	9,5	0-15	85-100	100	± 7
N° 4	4,8	-	10-30	85-100	± 5
N.º 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
N.º 200	0,074	0-2	0-2	0-2	± 2

é Método Executivo

As operações para a execução da camada do tratament o Superficial serão as seguintes:

Inicialmente, será procedida uma varredura da pista imprimada, ou pintada, para eliminar todas as partículas de pó.

A temperatura para aplicação do ligante betuminoso será determinada em função da relação
temperatura-viscosidade.

No caso de utilização de melhorador de adesividade, o aditivo deverá ser adicionado ao ligante betuminoso, no canteiro de obra, obrigando-se sempre à recirculação da mistura. O ligante betuminoso deverá ser aplicado de uma só vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes de ligante betuminoso na pista deverão ser prontamente eliminados.

O material betuminoso não deverá ser aplicado em su perfícies molhadas, com exceção da emulsão asfáltica, desde que não haja ex cesso de água na superfície.

Imediatamente após a aplicação do ligante, será pro cedido o espalhamento da camada do agregado, na quantidade indicada no projeto. O espalhamento será realizado pelo equipamento adequado (Espalhador de Agregado) de modo a assegurar uma boa junção entre duas aplicações adjacentes.

O distribuidor deverá ser ajustado e operado de mod o a distribuir o material uniformemente sobre a largura projetada. Para se garantir uma cobertura uniforme a distribuição poderá ser complementada por processo manual adequado.

No caso de paralisação súbita e imprevista do distr ibuidor de agregados, a distribuição será feita manualmente, na superfície já coberta com o material betuminoso.

Qualquer excesso de agregado deverá ser removido an tes da compressão.

A extensão de material betuminoso aplicado deverá f icar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado.

A compressão do agregado será iniciada, em toda a l argura da pista, imediatamente após o seu lançamento. A compressão deverá começar pelos bordos e progredir para o eixo, nos trechos em tangente. Nas curvas, a compressão deverá progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto, sendo cada passagem do rolo recoberta, na vez subseqüente, de, pelo menos, metade de sua largura.

A compressão deverá ser interrompida antes do apare cimento de sinais de esmagamento do
agregado.

c) Equipamentos

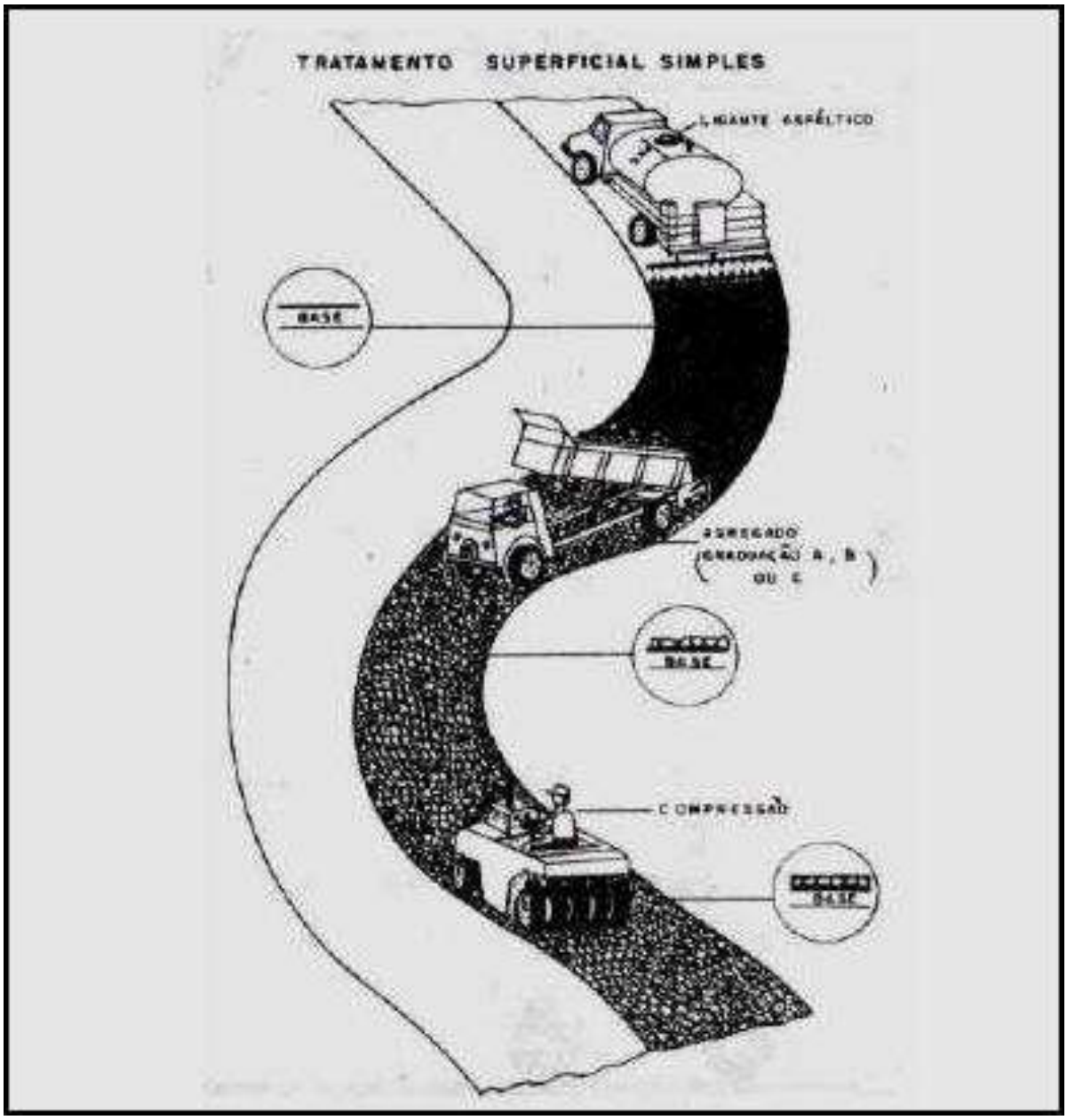
Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deverá atender ao recomendado nas especificações, fator que condicionará a emissão da ordem de serviço.

Os equipamentos requeridos serão os seguintes:

Distribuidores de material betuminoso (Distribuidor de Asfalto – DA) - providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de ± 1 °C, em locais de fácil acesso, e, a inda, de espargidor manual (caneta) para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição deverão ser de do tipo “circulação ple na”, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espa lhamento do ligante, que permitam uma aplicação homogênea.

Distribuidores de agregados - rebocáveis ou aut omotrizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de agregados.

a) Rolos compressores do tipo “Tandem” ou de preferência, pneumáticos, autopropulsores – os rolos compressores tipo “Tandem” deverão ter uma carga superior a 25 kg e inferior a 45 kg por centímetro de largura de roda. Seu peso total não deverá ser superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, auto propulsores, deverão ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 2,46 a 8,44 kgf/cm2 e (35 a 120 psi).



Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

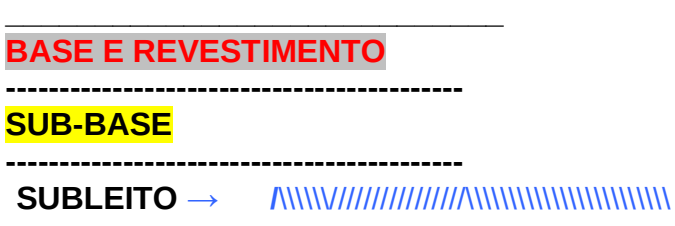
2) ABNT. NBR 7208 - Materiais betuminosos para emprego em pavimentação. ABNT, Rio de Janeiro, 1990;
3) ABNT. NBR 9228 - Feltros asfálticos para impermeabil ização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;
4) ABNT. NBR 279 - Seleção da impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
5) ABNT. NBR 9574 - Execução de impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
6) ABNT. NBR 9575 - Elaboração de projetos para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
7) ABNT. NBR 9952 - Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
8) ABNT. NBR 9910 – Asfaltos oxidados para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1987;
9) ABNT. NBR 9686 – Solução asfáltica empregada como mat erial de imprimação na impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;
- ABNT. NBR 9687 – Emulsões asfálticas com carga para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986.

ASSUNTO 5.7
PAVIMENTO RÍGIDO

Os pavimentos rígidos são constituídos de camadas/revestimento pouco deformáveis sob o esforço do tráfego: pavimento de placas de concreto, ou de concreto rolado.

O objetivo é que as obras de pavimentação de concreto sejam duradouras, que sigam as especificações técnicas e cumpram a viabilidade econômica requerida, é uma solução para o tráfego pesado de nossas rodovias.

A placa de concreto exerce dupla função, como podemos ver na figura abaixo:



1. **CARACTERÍSTICAS:**
   a. Possui estruturas mais delgadas de pavimento;
   b. É resistente a ataques químicos (óleos, graxas,combustíveis);
   c. Possui maior segurança à derrapagem em função da textura dada à superfície (veículo precisa de 16% menos de distância de frena gem em superfície seca, em superfície molhada 40%).
   d. O concreto é feito com materiais locais, a mistura é feita a frio e a energia consumida é a elétrica;
   e. Melhores características de drenagem superficial: escoa melhor a água superficial.
   f. Mantém íntegra a camada de rolamento, não sendo afetado pelas intempéries.
2. **PRINCIPAIS VANTAGENS DO PAVIMENTO RÍGIDO**
   a. Possui vida útil mínima de 20 anos.
   b. De coloração clara, tem melhor difusão de luz. P ermite até 30% de economia nas despesas de iluminação da via.
   c. Maior segurança à derrapagem em função da textura dada à superfície (veículo precisa de 16% menos de distância de frenagem em su perfície seca, em superfície molhada 40%).
   d. Maior distância de visibilidade horizontal, prop orcionando maior segurança;
   e. Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções;
   f. Possui maior segurança à derrapagem em função da textura dada à superfície (veículo precisa de 16% menos de distância de frena gem em superfície seca, em superfície molhada 40%).
3. **DESVANTAGENS DO PAVIMENTO RÍGIDO**
   a. Alto Custo para a aquisição e aplicação;
   b. Demora na liberação do tráfego, em caso de repar os, devido a sua demora do tempo de cura;
4. **EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA PAVIMENTAÇÃO RÍGIDA:**
   a. Formas metálicas: Para conter o concreto fresco, e ao mesmo tempo, servir como guias para a movimentação das unidades de distribuição e condensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas.

b. Distribuidora de concreto, regulável e com traçã o própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem.

c. Baterias de vibradores de imersão;

d. Eixo rotor frontal;

1) Vibro-acabadora de bitola ajustável;

2) Régua alisadora, ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável;

3) Perfil metálico tipo “T” para a execução de junt as moldas;

4) Máquina de serrar juntas com disco diamantado;

5)Desempenadeira de madeira;

6)Régua para nivelamento de madeira;

7) Vassoura de fio de nylon;

8) Ferramentas com pontas em cinzel, que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpeza das juntas;

9) Compressor de ar comprimido, para limpeza de junta;

10) Desempenadeira de borda para acabamento das juntas moldadas.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- ABNT. NBR 7208 - Materiais betuminosos para emprego em pavimentação. ABNT, Rio de Janeiro, 1990;
- ABNT. NBR 9228 - Feltros asfálticos para impermeabil ização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;
- ABNT. NBR 279 - Seleção da impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9574 - Execução de impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9575 - Elaboração de projetos para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9952 - Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9910 – Asfaltos oxidados para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1987;
- ABNT. NBR 9686 – Solução asfáltica empregada como mat erial de imprimação na impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;
- ABNT. NBR 9687 – Emulsões asfálticas com carga para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986.

ASSUNTO 5.8
DRENAGEM

1. DEFINIÇÃO:

Drenagem é o conjunto de dispositivos que tem por finalidade coletar, conduzir e dar destino às águas que fluem para o corpo estrada, so bre as mais diversas formas, garantindo sua estabilidade e durabilidade.

a. Tipos de drenagem.

1) Superficial.
2) Subterrânea ou profunda.
3) De transposição de talvegue.
4) Do pavimento.

1) Drenagem Superficial:Tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao deságüe seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo estradal, resguardando sua segurança e estabilidade.

2) Dispositivos de drenagem superficial.
Valetas de proteção de corte.
Valetas de proteção de aterro.
Sarjetas de corte.
Sarjetas de aterro.
Sarjeta de canteiro central.
Descida d'água.
Saída d'água.
Caixas coletoras.
Bueiros de greide.
Dissipadores de energia.
Escalonamento de taludes.
Corta-rios.

3) Valetas de proteção de corte.

Têm como objetivo interceptar as á guas que escorrem pelo terreno natural a montante impedindo-as de atingir o talude de corte.

Deverão ser locadas paralelas às cristas dos cortes , a uma distância entre 2 a 3 metros.

As valetas podem ser: trapezoidais, retangulares ou triangulares.

c) Valetas de proteção de aterro.

Têm como objetivo interceptar as águas que escoam p elo terreno a montante, impedindo-as de atingir o pé do talude de aterro, bem como receber as águas das sarjetas e valetas de corte, conduzindo-as com segurança, ao dispositivo de transposição de talvegues.

Deverão ser locadas aproximadamente paralelas ao pé do talude de aterro a uma distância entre 2 e 3m.

d) Sarjetas de corte.

Têm como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzí-las, longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de aterro, ou então, para a caixa coletora d e um bueiro de greide.

Deve localizar-se em todos os cortes, sendo construídas à margem dos acostamentos, terminando em pontos de saída convenientes.

e) Sarjetas de aterro.

Têm como objetivo captar as águas precipitadas sobr e a plataforma de modo a impedir que provoquem erosões da borda do a costamento e/ou no talude de aterro, conduzindo-as ao local de deságue seguro.

f) Valeta do canteiro central.

Tem como objetivo captar as águas provenientes das pistas e do próprio canteiro central e conduzí-las longitudinalmente até serem captadas por caixas coletoras de bueiros de greide.

g) Descidas d'água.

Têm como objetivo conduzir as águas captadas por ou tros dispositivos de drenagem, pelos taludes de corte e de aterro.

h) Saída d'água.

Também denominadas de entradas d'água, são disposit ivos destinados a conduzir as águas coletadas pelas sarjetas de aterr o para as descidas d'água.

i) Caixas coletoras.

Têm como objetivos principais:

4) coletar as águas provenientes das sarjetas e qu e se destinam aos bueiros de greide;

5) coletar as águas provenientes de áreas situadas a montante de bueiros de transposição de talvegue, permitindo sua construção abaixo do terreno natural;

6) coletar as águas provenientes das descidas d'ág ua de cortes, conduzindo-as ao dispositivo de deságue seguro;

7) permitir a inspeção dos condutos que por elas passam, com o objetivo de verificação de sua funcionalidade e eficiência;

8) possibilitar mudanças de dimensão de bueiros, de sua declividade e direção, ou ainda quando a um mesmo local concorre mais de um bueiro.

j) Bueiros de greide.

São dispositivos destinados a conduzir para locais de deságue seguro as águas captadas pelas caixas coletoras.

Quanto à sua função, podem ser: caixas coletoras, caixas de inspeção ou caixas de passagem e, quanto ao fechamento, podem ser com tampa ou abertas.

k) Dissipadores de energia.

São dispositivos destinados a dissipar energia do f luxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade quer no escoamento através do dispositivo de drenagem quer no deságüe para o terreno natural.

5) Drenagem Subterrânea ou Profunda.

Finalidade: É aquela que se destina a drenar as águas existentes abaixo da superfície do terreno natural, interceptando o escoamento das águas subterrâneas na direção da estrada ou rebaixando o nível do lençol freático, visando a impedir que as águas atinjam a plataforma, diminuin do a capacidade de suporte do subleito.

Geralmente se procura manter o lençol freático à profundidade de 1,5 a 2 metros do subleito das rodovias, dependendo do tipo de solo da área considerada.

(2) Dispositivos de drenagem subterrânea.

(a) Drenos profundos.

(b) Drenos espinha de peixe.

(c) Colchão drenante.

(d) Drenos horizontais profundos.

(e) Valetões laterais.

(f) Drenos verticais de areia.

(aa) Drenos profundos.

Têm por objetivo interceptar o fluxo da água subter rânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito.

(ab) Drenos espinha de peixe.

São destinados à drenagem de grandes áreas, pavimen tadas ou não. São usados em série, em sentido oblíquo em rel ação ao eixo longitudinal da rodovia, ou área a drenar.

(ac) Colchão drenante.

Tem objetivo de drenar as águas existentes situadas à pequena profundidade do corpo estradal, quando forem de volume tal que não possam ser drenadas pelos drenos "espinha de peixe".

(ad) Drenos horizontais profundos.

São aplicados para a prevenção e correção de escorr egamentos nos quais a causa determinante da instabilidade é a elevação do lençol freático ou do nível piezométrico de lençois confinados. No caso de escorregamentos de grandes proporções, é por vezes a única solução econômica a que se pode recorrer.

(ae) Valetões laterais.

São valas abertas a partir do bordo do acostamento, sendo constituído, de um lado, pelo acostamento e do outro pelo próprio talude de corte, com a finalidade de substituir os dispositivos de drenagem superficial e subterrânea.

(af) Drenos verticais de areia.

Consistem, basicamente, da construção de furos verticais penetrando na camada de solo compressível nos quais são instalados cilindros com material granular de boa graduação. A compressão de corrente expulsa a água dos vazios do solo o que, aliado ao fato de que normalmente a permeabilidade horizontal é menor que a vertical, faz com que se reduza o tempo de drenagem.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

ALMEIDA, ANJOS. Revista impermeabilizar 02/93. p 36-8;

- PICCHI, F.A. Impermeabilização de coberturas. PINI, São Paulo, 1986;
- ABNT. NBR 8083 - Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1983;
- PACHECO, C. A. Impermeabilização – Uma história enxuta. Téchne, 1, p. 17-18. PINI, São Paulo, 1993;
- ABNT. NBR 9228 - Feltros asfálticos para impermeabil ização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;
- ABNT. NBR 279 - Seleção da impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9574 - Execução de impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9575 - Elaboração de projetos para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9952 - Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro;
- ABNT. NBR 9910 – Asfaltos oxidados para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1987;
- ABNT. NBR 9686 – Solução asfáltica empregada como mat erial de imprimação na impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986;

- ABNT. NBR 9687 – Emulsões asfálticas com carga para impermeabilização. ABNT, Rio de Janeiro, 1986.

CAPÍTULO VI - INSTALAÇÕES NA ZONA DE COMBATE
ASSUNTO 6.1
INTRODUÇÃO DE INSTALAÇÕES NA ZONA DE COMBATE

1. **GENERALIDADES**

a. A construção e manutenção das instalações de campan ha se inserem em uma das tradicionais missões afetas à Arma de Engenharia, n o contexto da medidas visando à proteção da tropa. Todas as construções são classif icadas como trabalhos técnicos de instalações, exceto as que se referem às estradas, pontes e organização do terreno.

b. Dentre os trabalhos técnicos de instalações destacam-se os estacionamentos de tropas, instalações de comando, logísticas e administrativas, hospitais, depósitos, oficinas, campos de prisioneiros de guerra (PG), oleodutos, campos de pouso, ancoradouros e terminais.

c. Nos trabalhos de instalações, além do princípio da utilização imediata dos trabalhos, destaca-se a característica da progressividade dos trabalhos. Ressalta-se, ainda, a máxima utilização dos recursos locais.

d. Pela grande importância de que se reveste o assunto , torna-se necessária a existência de uma fonte de informações e consulta c omuns para a tropa, padronizando conhecimentos e procedimentos, voltada para os elementos responsáveis pela coordenação e execução dos trabalhos.

2. **RESPONSABILIDADES**

a. A engenharia (Eng) é responsável por todas as const ruções militares na Z Cmb, exceto as comunicações e os trabalhos de organizaçã o do terreno (OT) de responsabilidade de todas as armas, serviço e quadro. Assim, guarda a responsabilidade pela conservação e reparação de todas as instalaçõe s militares e pela operação dos serviços necessários a essas instalações (água, luz , esgotos).

b. Como assessor técnico do comandante, o engenheiro deve, a qualquer momento, estar em condições de informá-lo sobre a capacidade e condições de utilização das instalações e sobre os meios necessários à execução dos trabalhos. Para isso deve acionar os reconhecimentos cabíveis.

APROVEITAMENTO DOS RECURSOS LOCAIS

1 DEFINIÇÃO:

1) Aproveitar os recursos locais significa utilizar os materiais naturais de construção disponíveis. Esses materiais, na maioria das vezes, são encontrados na própria Z Cmb. Em cada região, a escassez ou abundância destes mat eriais dependem quase que exclusivamente das características geológicas locais.

2) Os materiais naturais de construção mais comumente utilizados nas instalações são:
argila;
areia;
saibro;
cascalho;
pedregulho;
piçarra; e
madeira.

2) **INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS**

a. PRINCIPAIS INSTALAÇÕES

As principais instalações logísticas a serem desdobradas pelas unidades de combate e apoio ao combate, na Z Cmb, são as seguintes:

posto de remuniciamento;
posto de socorro;
área de manutenção de viaturas e armamento;
área de cozinhas;
posto de coleta de mortos;
posto de distribuição de suprimento CL I e CL III;
área de estacionamento de viaturas;
posto de coleta de salvados (em caso de necessidade);
posto de distribuição de outras classes (em caso de necessidade).

b. REQUISITOS PARA O DESDOBRAMENTO DAS INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS

Instalação	**Requisito**
Posto de remuniciamento	Próximo à EPS / desenfiamento. Espaço para a dispersão de Vtr / solo firme e seco. Facilidade para camuflagem / 300 a 500 m do P Dist Cl III.
Posto de socorro	Proximidade de água / posição central em relação a outras SU. Proximidade do PC do Btl / fácil acesso cobertura e desenfiamento.
Área de manutenção de viaturas e armamento	Local coberto / proximidade de água. Local plano / amplo espaço para dispersão. Solo firme / 300 a 500 m do PC do Btl. Próximo a estradas.
Área de cozinhas	Local coberto / proximidade de água. Posição central / próximo ao comando. Fácil acesso / espaço p/ as atividades de rancho. Mais à retaguarda possível / próximo à EPS . Oculto da vista da tropa.
Posto de coleta de mortos	
Posto de distribuição de suprimento CL I e CL III	Próximo à EPS / facilidade de ocultação de suprimentos volumosos. Local coberto / 300 a 500 m do P Remn. Solo firme / facilidade de dispersão.
Área de estacionamento de viaturas	Sem previsão de ataque aéreo - Av = Nv X 80 m2 /Vtr . Com previsão de ataque aéreo - Av = Nv X 10000 m2 /Vtr. Nv = Nr Vtr a estacionar. Uma Vtr c/ reboque é considerada uma só viatura.
Posto de coleta de salvados	Próximo à EPS / próximo ao P Col Mortos. Dimensões suficientes para o acondicionamento do material salvado.

4. ACANTONAMENTOS

a. GENERALIDADES

1) O estacionamento da tropa varia com o tempo de permanência previsto e com a situação tática existente. Quando não há previsão d e emprego imediato, procura-se dar à tropa as melhores condições possíveis de conforto e bem-estar utilizando-se, para esse

fim, das instalações existentes e, na falta dessas ou para completá-las, das instalações semipermanentes.

2) Normalmente, no TO, os pavilhões dos acantonamentos militares são de estrutura simples, de um só pavimento, destinado ao alojamento do pessoal. São previstos, também, pavilhões para o comando, administração, ra ncho, alojamento de oficiais, almoxarifado, enfermaria, corpo da guarda com prisã o, banheiros e outros.

3) Para cada unidade que recebe ordem de ocupar um acantonamento, distribuem-se determinados pavilhões que o Cmt da Unidade redi stribui às suas subunidades. É aconselhável designar para cada pavilhão, efetivo i gual ou superior a um pelotão, mantendo a integridade tática das frações.

4) A ocupação das instalações existentes deve obede cer às prioridades impostas às necessidades do TO. Em princípio, nenhuma propriedade particular poderá ser ocupada sem a devida permissão do proprietário, exc eto nos casos previstos na legislação.

5) As instalações de água, luz e esgoto existentes deverão ser aproveitadas ao máximo. Poderá ser necessária a ampliação dessas in stalações para atender às necessidades das tropas.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;
- Normas do DNIT; e
- *Manual* de Campanha C 5-39 -. Instalações na *Zona de Combate*, 1ª Edição, 2002.

ASSUNTO 7.2
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

1. INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA

O atendimento das necessidades em água dos seres hu manos, sejam as mais variadas possíveis, envolve uma série de atividades que permitem desde a sua obtenção até o seu consumo (Fig 5-1). Tais atividades são, de igual forma, desenvolvida nos diversos TO. Tudo começa pela captação da água nos mananciais disponíveis. Após, esta água tem de ser bombeada para uma unidade de t ratamento que a colocará em condições de utilização. Uma vez tratada, ela será novamente bombeada, agora, para locais de reserva; para, então, finalmente, ser dis tribuída para os locais de utilização que são, a nível macro, as diversas edificações. Dentro das edificações, por sua vez, ocorrerão, também, o bombeamento, a reserva e a distribuição para os pontos de consumo. Já as primeiras atividades enumeradas (até a distribuição nas edificações) são, categoricamente denominadas de:

1) captação;
2) bombeamento;
3) tratamento;
4) reservação; e
5) distribuição.

a. CAPTAÇÃO DE ÁGUA

A captação de água é feita em qualquer fonte dispon ível, e, na melhor delas, considerada a qualidade da água e as condições rein antes no TO. Para tanto pudesse utilizar, como fonte, as águas superficiais que env olvem rios, lagos, córregos, etc; águas subterrâneas tais como poços e outros; águas do mar ; os próprios sistemas municipais de abastecimento; água de chuva, neve e gelo; e, até m esmo, a água retida na vegetação.

a) BOMBEAMENTO

Uma vez definido o manancial de abastecimento (ponto de captação), as águas precisam ser transportadas até a estação de tratamento. Isto é feito por bombeamento. O bombeamento quando realizado com o fim de atender a uma cidade ou grande conglomerado populacional toma proporções que fogem ao objetivo deste manual. O que será abordado adiante é aplicável a acantonamentos militares e a outras instalações de menor porte, sendo igualmente utilizado no dimensionamento de recalque de água em edifícios.

Assim sendo, deixaremos o assunto bombeamento para ser tratado nos parágrafos seguintes, quando trataremos de instalações prediais de água, fazendo aqui, tão somente esta breve menção.

c. RESERVAÇÃO

Uma vez tratada, a água necessita ser reservada par a depois ser distribuída para os diversos locais em que será consumida. Os procedime ntos e critérios para estabelecimento da quantidade e forma de reservação variam se considerarmos o abastecimento de cidades e áreas, ou edificações. C omo aquilo que será abordado para o caso das edificações é suficiente para atender a maioria, se não todo os casos, em um TO, deixaremos, também, para o título de “Instalações Prediais”, o desenvolvimento deste tópico.

d.TRATAMENTO

Essa fase será abordada na disciplina de suprimento de água.

e. DISTRIBUIÇÃO

No que diz respeito à distribuição, o mesmo ocorre, sendo, inclusive, adotados os mesmos métodos de dimensionamento para um e outro caso.

2. INSTALAÇÕES DE ESGOTO

b) GENERALIDADES

As instalações de esgoto em campanha diferenciam-se das instalações comuns por não pretenderem ser definitivas. Visam atender a um a necessidade premente por tempo determinado. Podem, eventualmente, ganhar um vulto maior, mais provavelmente na zona de administração. O objetivo é tratar de conhecimentos básicos que permitam a construção de instalações de esgoto que, dentro da disponibilidade de tempo e recursos, possibilitem um melhor atendimento à tropa, evitando o estabelecimento de um meio sem condições sanitárias apropriadas.

Um sistema de esgotos deve compreender a captação das águas servidas e imundas, sua condução para uma estação de tratamento (sempre que possível) e seu lançamento na natureza na forma que menos a agrida.

b. REQUISITOS DE UMA INSTALAÇÃO

3) Uma instalação deve atender aos seguintes requisitos:

a) rápido escoamento de despejos e fácil desobstruç ão;

b) vedação da passagem de gases, insetos e animais da canalização para o interior das edificações;

c) impedir vazamentos, escape de gases e formação de depósitos nas canalizações; e

d) impedir a contaminação da água potável e gêneros alimentícios.

c. TRATAMENTO DE ESGOTOS

Numa instalação convencional de tratamento de esgotos, realiza-se um processo biológico, isto é, um processo onde se manifesta a ação de microorganismos existentes nos esgotos. Os principais são dois:

digestão do lodo - ação aeróbica e anaeróbica que ocorre nas fossas sépticas;

oxidação biológica - filtros biológicos, lodos ativados, valas de oxidação, lagoas de estabilização, etc.

d. DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO

As fossas podem ser classificadas em “Fossas Negras” e “Fossas Sépticas”.

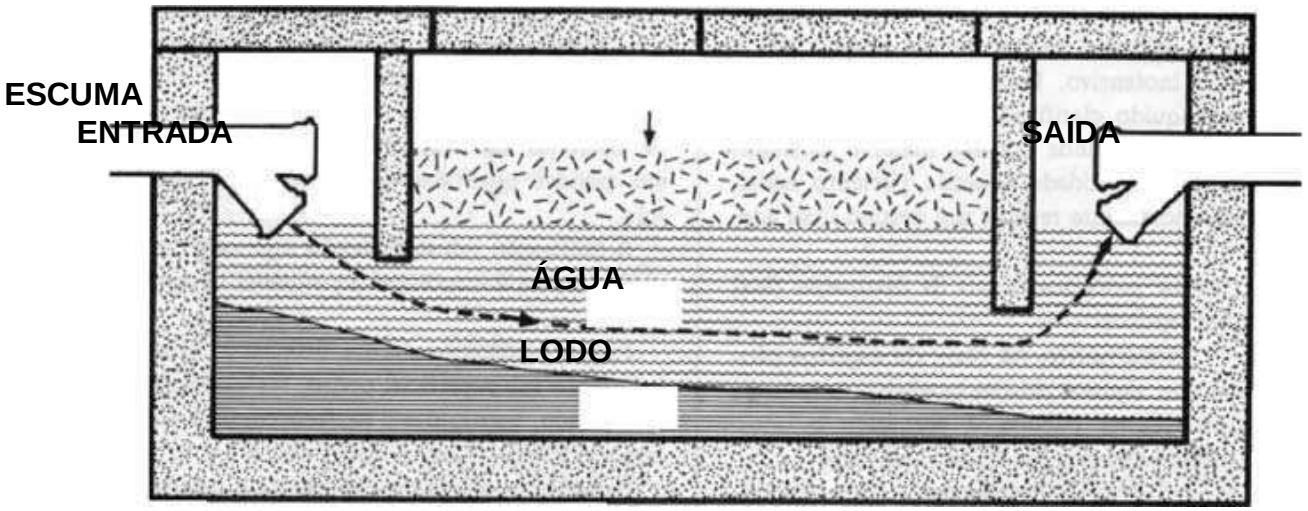
A fossa negra é um buraco aberto no solo, provido de uma tampa de concreto, onde são lançados os despejos. Conforme for a estabilidade do solo onde foi escavada, pode ser com ou sem revestimento lateral, sendo este provido de muitos furos para permitir a infiltração da água no solo. As fossas n egras são similares aos sumidouros, porém distinguem-se pelo uso a que se destinam.

A fossa séptica é uma caixa de passagem dos despejos domésticos e que os detêm por um período que permita a decantação dos s ólidos e a retenção do material graxo, transformando-os em compostos estáveis. Após nela deixarem a maior parte das matérias suspensas, vão infiltrar-se no terreno ou descarregar em um curso d’água, neste caso, após passarem por um dreno de areia adredemente preparado.

No interior da fossa séptica, os despejos deslocam-se horizontalmente e com pequena velocidade, nela permanecendo durante certo tempo, conhecido como “tempo de detenção”, que deve estar compreendido entre 12 e 24 horas. A pequena velocidade de escoamento permite que as partículas mais densas decantem sob a ação da gravidade para formar o lodo, e que as menos densas subam para flutuar na massa líquida, constituindo a escuma. A escuma formada, por sua vez, impede a aeração da água, facilitando o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas que trabalharão a matéria orgânica.

e) Para evitar que uma parte dos despejos permaneça no interior da fossa por pouco tempo, inferior ao “tempo de detenção”, adotam-se d ispositivos de entrada e saída. Eles também impedem a saída da escuma e podem ser constituídos de chicanas ou cortinas. Tais dispositivos, por serem superiormente abertos, permitem que os gases da fossa escapem pelas tubulações de entrada e saída, por cima da lâmina líquida.

f) No início do funcionamento da fossa, não existe escuma nem lodo, cujos volumes vão aumentando gradativamente com o passar do tempo , até que o lodo atinja determinada altura, oportunidade em que a fossa deve ser limpa para que volte a funcionar adequadamente. Esta altura é atingida após certo período de funcionamento da fossa que, na prática, é considerado um ano, como o mínimo.



Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;
- ASFALTOS VITÓRIA. Catálogo de Produtos, 1994;
- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978; e
- *Manual* de Campanha C 5-39 -. Instalações na *Zona de Combate*, 1ª Edição, 2002.

ASSUNTO 7.3
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

GENERALIDADES

2) RESPONSABILIDADE

É A Eng é responsável pela construção, conservação , reparação e operação de sistemas de energia elétrica do TO.

É No BRASIL as instalações elétricas de baixa tensão são regidas pela "NBR-5410/90 - Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão", da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e por isso, as informações aqui contidas estão de acordo com elas.

3) GERAÇÃO DE ELETRICIDADE

É A energia elétrica pode ser obtida em campanha através dos grupos geradores das dotações orgânicas ou através dos sistemas de energ ia elétrica das concessionárias de energia elétrica. A energia elétrica nestes casos será sempre obtida em baixa tensão.

É Os Batalhões de Engenharia de Combate - BEC - po ssuem geradores portáteis, sobre reboques ou estacionários que podem fornecer energia elétrica sob a forma de corrente alternada, monofásica ou trifásica.

É Os BEC possuem em sua dotação cinco geradores de 4 kVA, monofásico, 110V, 60Hz e um de 7,5 kVA, monofásico, 110 ou 220V, 60Hz .

É Nas unidades de fronteira a eletricidade também é gerada através de mini usinas chamadas PCH, pequenas centrais hidroelétricas, que aproveitam um pequeno desnível do curso do rio ou, através de um sistema de flutuadores, aproveitam o fluxo da lâmina d'água para acionar uma roda d'água cujo movimento aciona um gerador elétrico. A potência máxima de uma PCH é de 15 kVA.

É No BRASIL toda a energia é gerada sob a forma trifásica, alternada em 60 ciclos por segundo, isto é, 60 Hertz (Hz).

É A energia elétrica pode ser gerada nas tensões d e 127 / 220 volts ou 220/380 volts, dependendo da região onde estejamos. No interior do RIO GRANDE DO SUL encontramos a tensão de uma fase para o neutro de 2 20 volts e entre duas fases 380 volts. No RIO DE JANEIRO encontramos a tensão de um a fase para o neutro de 127 volts e entre duas fases de 220 volts. Antes de ligar qualquer aparelho a uma tomada deve-se verificar, com o auxílio de um voltímetro qual é a sua tensão.

4) POTENCIAL ELÉTRICO OU TENSÃO ELÉTRICA

É A tensão elétrica é a diferença de concentração de elétrons entre dois pontos do circuito de corrente.

É A unidade de tensão é o ' volt ', representado pela letra maiúscula ' V '.

É 01 (um) volt é a tensão necessária para fazer co m que 01 ampère (A) de corrente circule por um resistor de 01 (um) ohm (Ω).

É A medida de tensão é feita por intermédio de um aparelho chamado "voltímetro", ligado em paralelo ao circuito ou equipamento que se deseja medir.

5) CORRENTE ELÉTRICA

Quando entre dois pontos de um condutor existe uma diferença entre as concentrações de elétrons, isto é, de carga elétrica, diz-se que existe um potencial elétrico ou uma tensão elétrica entre esses dois pontos e os elétrons livres irão se deslocar de modo a restabelecer o equilíbrio elétrico no corpo.

b. Portanto, corrente elétrica é o deslocamento dos elétrons livres através do corpo condutor.

c. A intensidade de corrente elétrica é caracterizada pelo número de elétrons livres que atravessa uma determinada seção do condutor na unidade de tempo.

d**.** A unidade de intensidade da corrente elétrica é o ampére (A).

e. O aparelho que mede a intensidade de corrente elétrica é o amper.

4) FREQÜÊNCIA ELÉTRICA

A energia elétrica poderá ser produzida de modo contínuo ou alternado.

No modo contínuo o valor da tensão assume um val or constante e não oscila. É o caso das baterias de carro, cuja tensão é constante em + 12 V.

A energia elétrica dita de corrente contínua (CC, ou DC - direct current), é aquela na qual os elétrons se deslocam sempre no mesmo sentido.

A energia elétrica dita de corrente alternada (CA, ou AC – alternating current) é aquela na qual o sentido de deslocamento dos elétrons muda periodicamente.

O valor da tensão varia periodicamente obedecend o uma curva senoidal de 60 Hz.

O aparelho que mede a freqüência chama-se freqüencí metro.

5) RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Existe uma certa força de atração entre os elétrons e os respectivos núcleos atômicos dos materiais, o que dificulta a sua liberação para o estabelecimento de uma corrente elétrica.

Esta oposição ao arrancamento de elétrons dificulta o fluxo de corrente que quer se estabelecer através do corpo designa-se resistência elétrica.

Nos materiais condutores a resistência é pequena e nos materiais ditos isolantes a resistência é muito grande.

6) GERAÇÃO DE ENERGIA

GERADORES DE CAMPANHA

Todos os grupos geradores têm sua potência expre ssa em kVA (quilovoltampère).

b. A potência em kVA é chamada POTÊNCIA APARENTE e retrata a potência total que o grupo gera.

c. A potência em kW (quilowatt) é chamada de POTÊNC IA ATIVA e retrata a potência total que o Grupo pode efetivamente FORNECER.

d. Para obtermos a POTÊNCIA ATIVA em kW, multiplica mos a potência em kVA pelo FATOR DE POTÊNCIA (FP), que também é chamado de “co s Ø” (leia-se “cosseno fi”), lida na placa do gerador, conforme a equação abaixo:

kW = kVA x FP

e. Para fins de padronização, os montadores de grupos geradores estabeleceram o fator de potência de 0,80 para a apresentação de se us grupos. Assim, um grupo de 125 kVA poderá fornecer no máximo 100 kW, conforme most ra o cálculo abaixo:

100 kW = 125 kVA x 0,8

f. O fator de potência é, contudo, uma caracterísi ca exclusiva da carga e não do grupo gerador.

g. Uma carga puramente resistiva, tal como uma lâmp ada incandescente ou uma resistência elétrica de aquecimento de água tem um fator de potência igual a 1,0.

h. Por outro lado, os enrolamentos de um motor elétrico são cargas indutivas e produzem a defasagem do “fator de potência”.

i. O “fator de potência” varia conforme a potência do motor utilizado e pode ser lida na placa de identificação.

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- BAUER, L. A. (Coord.). Materiais de Construção. LTC., (última revisão 1988);
- PETRUCCI, E.G.R. Materiais de Construção. Porto Alegre, 1975;
- ASFALTOS VITÓRIA. Catálogo de Produtos, 1994;
- PATON, W.J. – Materiais de Construção para Engenharia Civil. São Paulo, 1978.
- *Manual* de Campanha C 5-39 -. Instalações na *Zona de Combate*, 1ª Edição, 2002.

ASSUNTO 7.4
OBRAS ESPECIAIS

1. AÇUDE

Açude é uma construção destinada a represar a água dos rios, chuvas ou das levadas, para ser utilizada na indústria, agricultura ou aba stecimento das povoações.

As características climáticas e edáficas da região semi-árida nordestina - com irregularidades pluviométricas tanto em quantidade como em distribuição ao longo do ano; evapotranspiração média de aproximadamente 2000 mm anuais e déficit hídrico acentuado - aliadas à presença de um escudo cristalino em aproximadamente 70% de sua área favoreceram uma corrida para a construção de açudes no Nordeste (atualmente estima-se em 70.000 o número de açudes no semi-árid o), visando ao armazenamento da água e posterior uso na época de escassez.

O escudo cristalino, caracterizado por solos rasos (a rocha mãe está praticamente à superfície, chegando ao afloramento) e escorrimentos superficiais maiores do que a porção de água que se infiltra (ao inverso do que a contece no sedimentário) propicia condições favoráveis à construção de açudes. Nesse meio, em período de seca, as únicas possibilidades naturais de acesso à água oco rrem através das fissuras ou fraturas existentes nas rochas cristalinas, onde as águas sã o poucas e invariavelmente salinas, e nos aluviões sobre o embasamento cristalino, com re strições também na quantidade e qualidade. Artificialmente, o acesso à água se dá m ediante acumulações superficiais em açudes, com restrições de quantidade e, em casos bem específicos, também de qualidade.

Com relação ao uso das águas dos açudes para produção de alimentos, podemos exemplificar três alternativas: através da irrigaçã o, da agricultura de vazante e da piscicultura.

Nesse particular, quando o assunto é produção de alimentos, temos que fazer algumas ponderações e distinções no tocante aos açudes, principalmente no que diz respeito à escala que está sendo referida.

No Nordeste brasileiro existem pequenos, médios e grandes açudes. Os grandes açudes, construídos pelo poder público, são aqueles em que se desenvolvem as principais atividades de irrigação, piscicultura e abastecimento das populações na região, e que evidenciaram a atuação de instituições como o DNOCS na sua construção e no manejo de suas águas, nos chamados perímetros irrig ados.

Esses corpos de água, por terem grandes volumes acu mulados, não correm o risco de exaustão, permitindo, face à extensão da área de ac umulação em suas bacias, a contenção de um volume de água apreciável, capaz de alcançar o período subseqüente das chuvas, mesmo com o seu uso continuado. Entretanto, os terrenos à jusante desses açudes vêm apresentando problemas de drenagem, que têm ocasionado, com certa freqüência, prejuízos na produtividade das culturas , principalmente com a salinização (estima-se que 1/3 dos açudes construídos pelo DNOCS estejam com problemas de sais em seus perímetros irrigados). Por isso, eles necessitam de uma maior atenção por parte do poder público para a solução desse problema, a f im de continuarem a dar sua parcela de contribuição na produção de alimentos e fixação do homem no campo, assuntos muito importantes em locais onde há limitações hídricas.

Os pequenos e médios açudes, com volumes compreendidos entre 10.000 e 200.000 m³, representam 80% dos corpos de água nos estados do Nordeste e são o principal objeto de nossa preocupação neste artigo. Para se ter uma idéia desse percentual, só no estado de Pernambuco, possuidor de 13 bacias hidrográficas, estima-se algo em torno de

1000 desses corpos de água por cada uma dessas baci as, o que equivale a uma média de 13 a 15 mil açudes, nessa escala, em todo o estado.

Esses açudes, por apresentarem formas geométricas variadas devido à falta de planejamento inicial no momento da sua construção - em que o principal fator levado em consideração sempre foi a ânsia ou mesmo a vontade de se fechar um boqueirão - trazem inevitáveis problemas de dimensionamento, não sendo raro açudes que nunca vieram a sangrar. Esse aspecto, ao contrário do que muitos i maginam, traz problemas muito sérios de salinização, pois as águas ficam sujeitas à conc entração salina devido ao fenômeno da evaporação intensa.

Com esse fenômeno, a água se evapora, mas o sal permanece no açude e a sua concentração é progressiva. A evapotranspiração, que ocorre de forma contínua, raramente é levada em consideração, tornando-se comum, no meio rural, ouvirem-se dos proprietários colocações ufanísticas do tipo "o meu açude foi construído por meu avô e nunca sangrou", como se represar unicamente, sem se perder uma única gota de água, sem se prever os sangramentos necessários, fosse um a grande virtude. Ao contrário, o não sangramento constitui-se em um grande mal para os açudes.

Outro fator importante e que deve ser considerado no uso das águas de um açude é a qualidade dos solos que fazem parte de sua bacia hidrográfica, dada a capacidade que têm alguns tipos de solos de transferir sais para o seu interior. Trabalhos realizados pela ORSTOM (entidade de pesquisa francesa) em cooperação técnica com o governo brasileiro demonstraram que, de acordo com o tipo de solo da bacia, o açude terá maior ou menor possibilidade de se salinizar. Bacias hidrográficas que apresentem manchas de solos do tipo Planossolo Solódico ou mesmo Solonetz Solodizado, por exemplo, têm maior capacidade de salinizar os açudes. Nesses tipos de estruturas, as águas oriundas do escoamento superficial se mineralizam com facilidade e inevitavelmente são carreadas para o interior dos açudes, salinizando-os. Caso essas águas venham a ser utilizadas na irrigação, a sua qualidade irá refletir aquela que foi represada.

A evapotranspiração elevada é fator importante a ser levado em consideração. Trabalhos nessa área estimam que os pequenos e médi os açudes perdem cerca de 40% da água acumulada, através desse fenômeno. Um pequeno açude, por exemplo, com uma cota de 5 m chega a perder 2 m de lâmina de águ a com a evapotranspiração.

Existe uma linha de estudos que orienta os proprietários de pequenos e médios açudes a utilizarem suas águas para a produção de alimento s através da irrigação, mesmo com a certeza de se promover a exaustão desses mananciais . Esses estudos foram realizados pela ORSTOM, através dos pesquisadores Molle e Cadier em 1992, e resultaram na elaboração de um "Manual do Pequeno Açude". A idéia básica foi a de se dimensionar corretamente os açudes e utilizar a água na produçã o de alimentos, independentemente de causar ou não a sua exaustão.

Nesse ponto, entendemos que a premissa é válida, m as têm que ser considerados outros pontos fundamentais, tais como a existência de outras fontes hídricas na propriedade que assegurem o abastecimento do produtor e de seus animais. Esse ponto

é muito importante, pois a exaustão dos açudes poderá pôr em risco a vida do sitiante e dos seres vivos que o cercam.

Outro ponto que devemos levar em conta é que o referido manual orienta o produtor no dimensionamento correto de um açude para usos diversos, inclusive irrigação, mas não o orienta no que fazer com os já construídos e que nã o obedeceram ao referido dimensionamento (neste aspecto está incluída a gran de maioria dos açudes nordestinos).

Finalmente, achamos que faltam informações sobre o custo/benefício do uso das águas de um açude bem dimensionado, sob a ótica da ORSTOM. O que vale mais a pena: usar a água de um açude bem dimensionado para produzir alimentos, mesmo

sabendo que ele irá entrar em exaustão com alguns m eses de antecedência da chegada do período chuvoso ou tentar administrar melhor o uso de suas águas para abastecimento próprio e dos animais e, com isso, tentar chegar o mais próximo possível do período chuvoso e conseqüente reabastecimento do açude? São pontos que merecem alguma reflexão.

No nosso modo de entender, o produtor já fez esse t ipo de avaliação. Visitados várias propriedades em diversos estados do semi-árido nord estino que, de uma forma ou de outra, já haviam tido alguma experiência com irriga ção na produção de alimentos, utilizando a pequena açudagem. Parece-nos que os produtores que experimentam a irrigação uma vez não têm coragem de experimentar a segunda.

A aflição do produtor em presenciar seu manancial se exaurir com certa rapidez tira-lhe o ânimo de tentar novas investidas. Foram várias as propriedades visitadas no Nordeste que haviam participado desse tipo de experiência e tinham as tubulações armazenadas em galpões, deteriorando-se com o tempo.

A administração da vida, nessas horas, certamente parece ser mais forte do que a tentativa de qualquer experiência tecnológica. Nesse aspecto, achamos mais prudente a piscicultura e até mais simpática a cultura de vaza nte, na qual o produtor vai explorando a faixa úmida da margem do açude, à medida que a mesma vai se ampliando, deixando o uso das águas para fins mais nobres. Atualmente, es se é um assunto para ser mais discutido.

2. BARRAGEM

A construção de uma barragem na usina é necessária para represar a água do rio, retendo o curso de água, armazenando-a e através de suas comportas pode-se controlar a vazão d'água.

A represa serve para suprir as estações de tratamento de água e conseqüentemente as cidades com água potável.

As barragens tem a parte inferior bem mais larga, pois ali é maior a pressão da água e são mais largas embaixo devido ao aumento de pressã o da água em relação à profundidade, por isto que as barragens precisam reforçar sua parte inferior. Para isso, elas vão se alargando de cima para baixo, de maneir a que sua parte inferior se torna bem mais larga que a parte superior. A barragem também serve para conter o curso do rio formando uma represa e armazenar água para suprir o abastecimento das cida des, mas também pode alagar uma grande área.

IMPACTO AMBIENTAL

Quando do fechamento das eclusas da barragem de Itaipu, uma área de 1500 km ^{2} de florestas e terras agricultu ráveis foi inundada. A cachoeira de Sete Quedas, uma das mais fascinantes formações naturais do planeta, desapareceu. Semanas antes do preenchimento do reservatório, foi realizada uma operação de salvamento dos animais selvagens. Equipes de voluntários conseguiram captu rar mais de 4500 bichos, entre macacos, lagartos, porcos-espinhos, roedores, aranhas, tartarugas e diversas espécies. Esses animais foram levados para as regiões vizinha s protegidas da água.

As usinas hidrelétricas costumam provocar um outro tipo de impacto ambiental: as represas artificiais formadas pelas barragens dos rios ocasionam a expulsão de algumas cidades, povoados e florestas, e até a perda de solos cultiváveis e de material arqueológico, de riquezas pré-históricas que podemexistir no sub-solo da área alagada.

Em 1977, com a conclusão da represa de Sobradinho, a 40 km de Juazeiro (BA), formou-se no rio São Francisco com lago artificial com área de 4.214 km ^{2} e capacidade para 37,5 bilhões de metros cúbicos de água (maior que Itaipu, no Paraná). Essa represa (que submergiu quatro cidades - Casa Nova, Sento Sé, Remanso e Pilão Arcado - e dezenas de vilarejos) tendo onze hidrelétricas, com potência total de 13.000 MW.

3. AERÓDROMOS E HELIPORTOS

DEFINIÇÕES

Campo de pouso - expressão geralmente usada para designar um local qualquer para pouso e decolagem de aviões, com mínimo de ins talações de serviço.

Heliporto - expressão geralmente usada para desi gnar um local com um mínimo de instalações de serviços destinados ao pouso e decolagem de helicópteros.

CLASSIFICAÇÃO DE CAMPOS DE POUSO E HELIPORTOS

A classificação de campos de pouso e heliportos, em um teatro de operações (TO), é função tanto da categoria das aeronaves como das zonas de ação das grandes unidades (GU) onde eles serão localizados. Existem os seguintes campos de pouso e heliportos:

Área de retaguarda de brigada (A Rtgd Bda);

Área de retaguarda de divisão (A Rtgd Div);

Área de retaguarda de exército de campanha (A Rt gd Ex Cmp);

Zona de Administração (ZA).

Conteúdo extraído dos seguintes manuais:

- *Manual* de Campanha C 5-39 -. Instalações na *Zona de Combate*, 1ª Edição, 2002.